Osciloscopio digital portátil Keysight U1602B y U1604B

Guía del usuario y servicios

KEYSIGHT TECHNOLOGIES

NOTICE: This document contains references to Agilent Technologies. Agilent's former Test and Measurement business has become Keysight Technologies. For more information, go to **www.keysight.com.**

Notificaciones

© Keysight Technologies 2006 – 2014

Queda prohibida la reproducción total o parcial de este manual por cualquier medio (incluyendo almacenamiento electrónico o traducción a un idioma extranjero) sin previo consentimiento por escrito de Keysight Technologies de acuerdo con las leyes de copyright estadounidenses e internacionales.

Número de parte del manual

U1602-90026

Edición

Edición 6, Noviembre de 2014

Impreso en Malasia

Keysight Technologies
3501 Stevens Creek Blvd.
Santa Rosa, CA 95403

Microsoft ® es una marca comercial registrada en los Estados Unidos por Microsoft Corporation.

Garantía

El material incluido en este documento se proporciona en el estado actual y puede modificarse, sin previo aviso, en futuras ediciones. Keysight renuncia, tanto como permitan las leyes aplicables, a todas las garantías, expresas o implícitas, relativas a este manual y la información aquí presentada, incluyendo pero sin limitarse a las garantías implícitas de calidad e idoneidad para un fin concreto. Keysight no será responsable de errores ni daños accidentales o derivados relativos al suministro, uso o funcionamiento de este documento o la información aquí incluida. Si Keysight y el usuario tuvieran un acuerdo aparte por escrito con condiciones de garantía que cubran el material de este documento y contradigan estas condiciones, tendrán prioridad las condiciones de garantía del otro acuerdo.

Licencias tecnológicas

El hardware y el software descrito en este documento se suministra con una licencia y sólo puede utilizarse y copiarse de acuerdo con las condiciones de dicha licencia.

Leyenda de derechos limitados

Derechos limitados del gobierno de los Estados Unidos. Los derechos de software y datos técnicos otorgados al gobierno federal incluyen sólo aquellos otorgados habitualmente a los usuarios finales. Keysight otorga esta licencia comercial habitual de software y datos técnicos de acuerdo con FAR 12.211 (datos técnicos) y 12.212 (software de computación) y, para el Departamento de Defensa, con DFARS 252.227-7015 (datos técnicos - elementos comerciales) y DFARS 227.7202-3 (derechos de software comercial de computación o documentación de software de computación).

Notificaciones relativas a la seguridad

PRECAUCIÓN

Un aviso de **PRECAUCIÓN** indica peligro. Informa sobre un procedimiento o práctica operativa que, si no se realiza o se cumple en forma correcta, puede resultar en daños al producto o pérdida de información importante. En caso de encontrar un aviso de **PRECAUCIÓN**, no prosiga hasta que hayan comprendido y cumplido totalmente las condiciones indicadas.

ADVERTENCIA

Un aviso de ADVERTENCIA indica peligro. Informa sobre un procedimiento o práctica operativa que, si no se realiza o cumple en forma correcta, podría causar lesiones o muerte. No proceda en caso de encontrar un aviso de ADVERTENCIA hasta que se hayan comprendido y cumplido las condiciones indicadas.

Notificaciones

Queda prohibida la reproducción total o parcial de este manual por cualquier medio (incluyendo almacenamiento electrónico o traducción a un idioma extranjero) sin previo consentimiento por escrito de Keysight Technologies de acuerdo con las leyes de copyright estadounidenses e internacionales.

La información incluida en este documento está sujeta a modificaciones sin previo aviso.

Dentro de lo admitido por las leyes locales, Keysight no brinda garantías de ningún tipo relacionadas con este material, incluyendo pero sin limitarse a las garantías implícitas de calidad e idoneidad para un fin concreto.

Dentro de lo admitido por las leyes locales, Keysight no será responsable de errores en este documento ni daños accidentales o derivados relativos al suministro, uso o funcionamiento de este material.

Certificación

Keysight Technologies certifica que este producto cumple con las especificaciones publicadas en el momento del envío. Keysight además certifica que sus mediciones de calibración están a disposición del Instituto de normas y tecnología de los Estados Unidos (antes denominado Oficina nacional de normas) en tanto lo permitan las instalaciones de calibración de dicha organización y las de otros miembros de la Organización de normas internacionales.

Garantía general

El material incluido en este documento se proporciona en el estado actual y puede modificarse, sin previo aviso, en futuras ediciones. Keysight renuncia, tanto como permitan las leyes aplicables, a todas las garantías, expresas o implícitas, relativas a este manual y la información aquí presentada, incluyendo pero sin limitarse a las garantías implícitas de calidad e idoneidad para un fin concreto. Keysight no será responsable de errores ni daños accidentales o derivados relativos al suministro, uso o funcionamiento de este documento o la información aquí incluida. Si Keysight y el usuario tuvieran un acuerdo aparte por escrito con condiciones de garantía que cubran el material de este documento y contradigan estas condiciones, tendrán prioridad las condiciones de garantía del otro acuerdo. La duración y las condiciones de la garantía de este producto pueden quedar anuladas si el producto se integra en (se convierte en parte de) otros productos de Keysight. Durante el período de la garantía, Keysight tiene la opción de reparar o sustituir los productos que se haya probado que son defectuosos. El período comienza en la fecha de entrega o de instalación si lo instaló Keysight.

Servicios de la garantía

Para reparaciones o servicios de la garantía, debe devolverse el producto a una instalación de servicio designada por Keysight. En el caso de devolución de productos a Keysight para servicios de la garantía, el Comprador debe pagar por anticipado los gastos de envío a Keysight y Keysight pagará el costo de envío al devolver el producto al Comprador. No obstante, el Comprador debe pagar todos los costos, las tasas y los impuestos de envío de los productos devueltos a Keysight desde otro país.

Limitaciones de la garantía

La garantía anterior no se aplica para los defectos que sean consecuencia de mal mantenimiento por parte del Comprador, productos o interfaces suministrados por el Comprador, uso erróneo o modificaciones no autorizadas, operación fuera del entorno especificado para el producto, o mala preparación o mantenimiento del sitio.

El diseño y la implementación de circuitos en este producto es responsabilidad absoluta del Comprador. La garantía de Keysight no cubre los circuitos del Comprador o el mal funcionamiento de productos de Keysight que sea consecuencia de estos circuitos. Además, la garantía de Keysight no cubre los daños que sean consecuencia del circuito del Comprador ni los defectos causados por productos suministrados por el Comprador.

Dentro de lo admitido por las leyes locales, Keysight no ofrece ninguna otra garantía, ya sea expresa o implícita, escrita u oral, en relación con este producto y renuncia en forma específica a cualquier garantía implícita o condición de calidad e idoneidad para un fin concreto o calidad satisfactoria.

Recursos exclusivos

Dentro de lo admitido por las leyes locales, los recursos aquí señalados son exclusivos para el Comprador. Keysight no será responsable de daños directos, indirectos, especiales, accidentales o derivados (incluida la pérdida de datos o ingresos), ya sea a partir de garantías, contratos, responsabilidades civiles u otras teorías legales.

Resumen de seguridad

Las siguientes precauciones generales de seguridad deben respetarse en todas las fases de operación de este instrumento. Si no se respetan estas precauciones o las advertencias específicas mencionadas en este manual, se violan las normas de seguridad de diseño, fabricación y uso intencional del instrumento. Keysight Technologies no asumirá ninguna responsabilidad si el cliente no cumple con estos requisitos.

Notificaciones relativas a la seguridad

ADVERTENCIA **Una ADVERTENCIA informa sobre un procedimiento o práctica que, si no se realiza o cumple en forma correcta, podría causar lesiones o la muerte. En caso de encontrar una ADVERTENCIA, interrumpa el procedimiento hasta que se hayan comprendido y cumplido las condiciones indicadas.**

PRECAUCIÓN Un aviso de PRECAUCIÓN indica peligro. Informa sobre un procedimiento o práctica operativa que, si no se realiza o se cumple en forma correcta, puede resultar en daños al producto o pérdida de información importante. En caso de encontrar un aviso de PRECAUCIÓN, no prosiga hasta que hayan comprendido y cumplido totalmente las condiciones indicadas.

Símbolos de seguridad

Los siguientes símbolos del instrumento y de la documentación indican precauciones que deben tomarse para utilizar el instrumento en forma segura.

	Terminal de conexión a tierra
	Equipotencial
	Precaución, riesgo de electrochoque
	El símbolo de la documentación de instrucciones. El producto está marcado con este símbolo cuando es necesario que el usuario consulte las instrucciones de la documentación suministrada.
	Corriente continua y alterna
	Corriente continua
	Equipo protegido completamente con **DOBLE AISLAMIENTO** o **AISLAMIENTO REFORZADO**
	Precaución, superficie caliente
CAT III	La categoría de mediciones III son mediciones realizadas en la instalación actual

Marcas regulatorias

	La marca CE es una marca comercial registrada de la Comunidad Europea y demuestra que el producto cumple con todas las directivas legales europeas de relevancia. Si además figura un año, se refiere al año de aprobación del diseño. Este dispositivo ISM está en conformidad con la norma ICES-001 de Canadá.
	La marca CSA es una marca comercial registrada de la Asociación canadiense de normas.
	La marca de verificación C es una marca registrada de la Agencia de administración del espectro de Australia. Representa cumplimiento de las regulaciones de EMC de Australia de acuerdo con las condiciones de la Ley de radiocomunicaciones de 1992.

Información de seguridad general

Las siguientes precauciones generales de seguridad deben respetarse en todas las fases de operación, servicio y reparación de este instrumento. Si no se respetan estas precauciones o las advertencias específicas mencionadas en este manual, se violan las normas de seguridad de diseño, fabricación y uso intencional del instrumento. Keysight Technologies no asumirá ninguna responsabilidad si el cliente no cumple con estos requisitos.

ADVERTENCIA

- **Todos los COM del multímetro digital/osciloscopio están conectados internamente. Sólo conéctelos al mismo potencial.**
- **Quitar todos los plomos inusitados los cables de prueba y la sonda del osciloscopio.**

ADVERTENCIA

- **No conectar los cables de prueba de DMM y a sonda del osciloscopio al mismo tiempo.**
- **Desconecte la sonda del osciloscopio del instrumento antes de utilizar la función de multímetro digital (DMM).**
- **Desconecte los cables de prueba de DMM del instrumento antes de utilizar la función de osciloscopio.**

ADVERTENCIA

Para prevenir electrochoques o incendios al sustituir la batería:

- **Desconecte los cables de prueba, las sondas y la alimentación antes de abrir la carcasa o la puerta de la batería.**
- **No utilice el instrumento con la cubierta de la batería abierta.**
- **Sólo utilice los cables y las sondas con aislamiento especificados.**
- **Utilice unicamente las Keysight U1571A, baterías de 7.2 V de Ni-MH suministradas por el fabricante.**

ADVERTENCIA

Prevención de incendio o daño:

- **Utilice sólo el adaptador de CA y los cables de prueba designados que se incluyen con el producto.**
- **Observe todas las clasificaciones y marcas del instrumento antes de conectarlo.**
- **Al realizar mediciones, asegúrese de que se utilicen instrumentos y accesorios con las clasificaciones de seguridad y rendimiento adecuadas.**

Voltajes de entrada máximos

- **Entrada CH1 y CH2 directo (Sonda 1:1) - 300V CAT III**
- **Entrada CH1 y CH2 vía Sonda 1:10 - 600 V CAT III**
- **Entrada CH1 y CH2 vía Sonda 1:100 - 600 V CAT III**
- **Entrada del multímetro - 300 V CAT III, 600 V CAT II**
- **Entrada del osciloscopio - 300 V CAT III**
- **Las clasificaciones de voltaje son Vrms (50/60 Hz) para onda sinusoidal de CA y VCC para aplicaciones CC.**

Voltaje flotante máximo

- **De cualquier terminal a tierra - 300 Vrms CAT III (hasta 400 Hz)**

ADVERTENCIA

- **Conecte la sonda o los cables de prueba al instrumento antes de conectar cualquier circuito activo para su verificación. Antes de desconectarlos del instrumento, retire las sondas o los cables de prueba del circuito activo.**
- **No conecte el cable a tierra a voltajes mayores a los 42 Vpeak (30 Vrms) desde la conexión a tierra.**
- **No exponga el circuito o utilice el instrumento sin su cubierta o mientras se le proporciona energía.**
- **No utilice conectores de metal expuesto tipo banana o BNC. Sólo utilice los adaptadores, los cables de prueba y las sondas de voltaje con aislamiento, suministrados con el instrumento.**
- **No debe haber voltaje cuando se está midiendo la resistencia o capacitancia en el modo de multímetro.**
- **No utilice el instrumento si no funciona en forma correcta. Hágalo inspeccionar por personal de servicio calificado.**
- **No utilice el instrumento en ambientes mojados o húmedos.**
- **No utilice el instrumento en cualquier entorno con riesgo de explosión. No utilice el producto en presencia de gases inflamables o llamas.**
- **Mantenga limpia y seca la superficie del instrumento.**

PRECAUCIÓN

Prevención de descarga electroestática

La descarga electroestática (ESD) puede ocasionar daño a los componentes en el instrumento y sus accesorios.

- Seleccione un lugar de trabajo libre de estática cuando instale o remueva algún equipo sensible.
- Manipule lo menos posible los componentes sensibles. No permita que los componentes entren en contacto con ninguna clavija de conector expuesta.
- Use una bolsa o contenedor de protección contra descargas electroestáticas para transportar y almacenar los componentes sensibles.
- La batería (opcional) debe reciclarse o descartarse en forma apropiada.

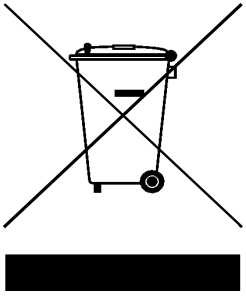
Directiva 2002/96/EC de equipos electrónicos y eléctricos en los desperdicios (WEEE)

Este instrumento cumple con el requisito de rotulado de la Directiva WEEE (2002/96/EC). Esta etiqueta adosada al producto indica que no se debe desechar este producto eléctrico/electrónico con los desperdicios del hogar.

Categoría del producto:

En cuanto a los tipos de equipos del Anexo 1 de la directiva WEEE, este instrumento se clasifica como "Instrumento de control y supervisión".

A continuación se presenta la etiqueta adosada al producto:



No desechar con desperdicios del hogar

Para devolver este instrumento si no lo desea, comuníquese con la oficina de Keysight más cercana, o visite:

http://www.keysight.com/environment/product

para recibir más información.

Keysight Technologies, a través de Rechargeable Battery Recycling Corporation (RBRC), ofrece opciones gratis y convenientes para reciclar baterías en los Estados Unidos y Canadá. Póngase en contacto con RBRC al 877-2-RECYCLE (877.273.2925) o en línea: http://www.call2recycle.org/ para conocer el puesto de reciclaje más cercano.

Condiciones ambientales

Este instrumento está diseñado para uso bajo techo en zonas de baja condensación. En la Tabla 1 se señalan los requisitos ambientales generales.

Tabla 1 Requisitos ambientales

Condiciones ambientales	Requisitos
Altitud máxima	2000 m
Temperatura	0 a 50 °C (en funcionamiento)
	–20 °C a 70°C (apagado)
Humedad	80 %HR a 40 °C (en funcionamiento y con precisión máxima)

PRECAUCIÓN

Este instrumento está diseñado para utilizarse en mediciones de categoría III, 300V con el osciloscopio, categoría III, 300 V y categoría II, 600 V con el multímetro, y operar en un entorno de grado de contaminación 2 cumpliendo con las siguientes normas de seguridad:

- IEC 61010-1:2001 / EN61010-1:2001
- Canadá: CSA C22.2 No. 61010-1:2004
- Estados Unidos: UL 61010-1:2004

En esta guía...

1 Introducción En el capítulo 1 se indica cómo configurar y comenzar a utilizar el osciloscopio digital portátil. También se señala las funciones principales del panel frontal.

2 Visión general del panel frontal y las pantallas En el capítulo 2 se describe el panel frontal y la pantalla del instrumento con una breve descripción de las funciones generales.

3 Funciones del Multímetro digital En el capítulo 3 se describe en detalle el acoplamiento de canales de señales, la medición de formas de onda y el control de las imágenes de formas de onda. También se ofrecen instrucciones paso a paso para familiarizarse con las funciones del osciloscopio.

4 Funciones del Multímetro digital El capítulo 4 contiene información de referencia para ayudarlo a seleccionar y utilizar las funciones del multímetro. También se indica cómo configurar las conexiones para las mediciones del multímetro.

5 Funciones del registro de datos En el capítulo 5 se describe el registro de datos para las funciones de medición del multímetro.

6 Servicio y mantenimiento En el capítulo 6 se señalan los servicios de garantía, los procedimiento de mantenimiento y soluciones para problemas generales que pueden surgir al utilizar el instrumento.

7 Pruebas de rendimiento En el capítulo 7 se explica cómo verificar que el funcionamiento y el rendimiento del osciloscopio portátil cumpla con las especificaciones.

8 Desarmado general El capítulo 8 contiene procedimientos para desmontar piezas del osciloscopio portátil y la lista de piezas sustituibles.

9 Características y especificaciones En el capítulo 9 se listan las especificaciones y características de los osciloscopios digitales portátiles U1604B y U1604B.

Declaración de conformidad (DoC)

La Declaración de conformidad (DoC) para este instrumento está disponible en el sitio web. Puede hacer la búsqueda del DoC por modelo de producto o descripción.

http://www.keysight.com/go/conformity

NOTA Si no puede encontrar el DoC correspondiente, favor de contactar su representante local de Keysight.

Tabla de Contenidos

1 Introducción 1

Contenido del paquete 2

Carga de la batería 5

Encendido del instrumento 7

Restablecimiento de la configuración de fábrica 7

Calibración automática 9

Configuración de la fecha y la hora 10

Configuración del apagado automático 12

Selección del idioma de la ayuda rápida 13

Ajuste del contraste de la pantalla 14

Compensación de la sonda 15

2 Visión general del panel frontal y las pantallas 19

Visión general del panel frontal 19

Visión general de la pantalla del osciloscopio 24

Visión general de la pantalla del multímetro 26

3 Uso de las funciones del osciloscopio 27

Controles verticales 28

Selección de canal para la forma de onda 28

Configuración del sistema vertical 30

Para cambiar la posición de referencia vertical de tierra 30

Para centrar la forma de onda en la pantalla 31

Para cambiar la sensibilidad vertical 32

Control de acoplamiento de canal 33

Acoplamiento de canal de CA 33

Acoplamiento de canal de CC 34

Acoplamiento de canal de tierra 34

Control de atenuación de la sonda 35
Control de inversión 36
Controles horizontales 38
Configuración del sistema vertical 38
Para cambiar el factor de escala horizontal 38
Para configurar el retraso de las formas de onda 39
Para cambiar el indicador de punto de disparo 40
Funciones del modo horizontal 41
Modo base de tiempo 41
Modo Main / Zoom 42
Modo Roll 44
Controles de Disparador 45
Modos de Disparos 45
Modo de disparo Auto 46
Modo de disparo Normal 46
Modo de disparo Individual 46
Tipos de disparo 47
Edge Trigger 47
Pattern Trigger 50
Video Trigger 53
Controles de forma de onda 54
Modo de adquisición Normal 55
Modo de adquisición Average 55
Modo Peak Detection 56
Controles de visualización 57
Tipos de visualización 57
Contraste de la pantalla 58
Graticule 59
Persistence 59
Medición automática 60
Para realizar mediciones automáticas 61
Mediciones automáticas de tiempo 62
+Duty 62

–Duty 62
+Width 63
Frequency 63
Rise Time 63
Fall Time 63
Period 64
Mediciones automáticas del voltaje 64
Mean 64
Mean Cycle 64
Amplitude 64
Top 64
Base 65
Maximum 65
Minimum 65
Peak-to-peak 65
Phase y Delay 66
Phase 66
Delay 66
Preshoot y Overshoot 67
Preshoot 67
+Overshoot 67
–Overshoot 67
Controles de medición de cursor 68
Medición del cursor X 69
Medición del cursor Y 72
Control de funciones matemáticas 75
Matemática de forma de onda doble — Adicionar,
Sustraer 75
Add (CH1 + CH2) 76
Subtraction (CH1 – CH2, CH2 – CH1) 77
FFT (Fast Fourier Transform) 78
Source 78
V Axis 78
Window 79
Controles Save y Recall 80

Controles Save y Recall sin dispositivo de memoria flash USB 80
Para guardar y repetir una forma de onda 82
Para borrar la configuración 84
Para borrar la forma de onda 85
Para recuperar la configuración de fábrica 86
Controles Save y Recall con dispositivo de memoria flash USB 88
Para guardar la forma de onda 89
Para cargar la forma de onda 90
Para borrar la forma de onda 90
Para borrar la forma de onda 91
Controles Autoscale y Run/Stop 92
Autoscale 92
Controles Run/Stop 93
Controles de Utility 94
Control Auto-Power Off 94
Language Selection 95
USB Flash Memory On/Off 95
Date y Time Setting 95
Self-Calibration 96
Probe Calibration 96
Modo Low Battery 96
Función Silencio 97
4 Funciones del Multímetro digital 99
Voltmeter 100
Ohmmeter 102
Medición de resistencia 102
Comprobación de continuidad 104
Comprobación de diodos 105
Medición de capacitancia 107
Auxiliary Meter 108

Termómetro 108
Medidor de amperios 110
Medidor de humedad 111
Medidor de presión 112
Función de relativo 114
Medición automática en modo de multímetro 116
Reinicio de la prueba 117
Modo de rango automático 117
5 Funciones del registro de datos 119
Función del registro de datos 120
Medición automática en el modo registro de datos 123
Función Saving CSV y Configuración de Intervalo 123
Reinicio de la prueba 124
6 Servicio y mantenimiento 125
Servicios de la garantía 126
Garantía estándar (mundial) 126
Garantía para accesorios 127
Servicio de calibración estándar (opcional) 127
Devolución del instrumento a Keysight Technologies para su reparación 128
Limpieza 129
Sugerencias para solucionar problemas básicos 129
7 Pruebas de rendimiento 133
Intervalo de la prueba de rendimiento 134
Registro de la prueba de rendimiento 134
Calentamiento previo a la prueba 134
Lista de equipos para pruebas 135

Pruebas de verificación del rendimiento del osciloscopio 137
Prueba de verificación de la precisión de las mediciones de voltaje 137
Prueba de verificación de ancho de banda 140
Prueba de verificación de la precisión de Horizontal Dt y 1/Dt 142
Prueba de verificación de sensibilidad del disparador 143
Pruebas de verificación del rendimiento del multímetro 145
Prueba de verificación de voltaje de CC 145
Prueba de verificación de voltaje de CA 147
Prueba de verificación de resistencia 148
Prueba de verificación de capacitancia 149
Prueba de verificación de diodos 150
Prueba de verificación de continuidad 151
Calibración automática 152
Códigos de errores de la calibración automática 153
8 Desarmado general 159
Desarmado mecánico 160
Para extraer la base 161
Para extraer la batería 162
Para sustituir la batería 163
Para extraer la manija 166
Para extraer la carcasa frontal y la posterior 167
Para extraer el teclado 169
Para desmontar placas del sistema 170
Para extraer la pantalla LCD 171
Piezas de repuesto 172

9 Características y especificaciones 173

Especificaciones 174

Características 177

Características generales 183

Condiciones ambientales 185

Grado de contaminación 185

Definiciones de los grados de contaminación 185

Categoría de medición 186

Definiciones de las categorías de medición 186

Figuras

Figura 1-1. Componentes incluidos 3
Figura 1-2. Accesorios opcionales 4
Figura 1-3. Carga de la batería 6
Figura 1-4. Configuración de fábrica 8
Figura 1-5. Cuadro de diálogo de la calibración automática 10
Figura 1-6. Selección del formato de la fecha 11
Figura 1-7. Configuración de la fecha y la hora 11
Figura 1-8. Función de apagado automático 12
Figura 1-9. Ajuste del contraste de la pantalla 15
Figura 1-10. Conexión para la compensación de sonda 16
Figura 1-11. Una sonda de 10X con compensación excesiva. Configure el condensador de ajuste para obtener un pulso lo más cuadrado posible tal como se muestra en la Figura 1-13. 16
Figura 1-12. Condensador de ajuste para compensaciones de sondas 17
Figura 1-13. Formas de pulsos de referencia para la compensación de sondas 17
Figura 2-1. Vista frontal y lateral del osciloscopio digital portátil de la serie U1600B 20
Figura 2-2. Interpretación de la pantalla del osciloscopio 24
Figura 2-3. Interpretación de la pantalla del multímetro 26
Figura 3-1. Pantalla del menú Scope con ambos canales visualizados. 28
Figura 3-2. Seleccione On u Off para activar o desactivar la forma de onda 29
Figura 3-3. Ajuste la posición vertical para la forma de onda. 30
Figura 3-4. Restablezca el símbolo de referencia vertical de tierra a cero voltios. 31
Figura 3-5. Pantalla de sensibilidad vertical 32
Figura 3-6. Acoplamiento de canal de CA 33
Figura 3-7. Acoplamiento de canal de CC 34
Figura 3-8. Acoplamiento de canal de tierra 34

Figura 3-9. Configuración de escala de atenuación de la sonda 35
Figura 3-10. La forma de onda antes de la inversión. 36
Figura 3-11. La forma de onda después de la inversión 37
Figura 3-12. Pantalla de tiempo/div en línea de estado 38
Figura 3-13. Cambio de la base de tiempo de una forma de onda 39
Figura 3-14. Seleccionar referencia de tiempo 41
Figura 3-15. pantalla de formato XY 42
Figura 3-16. Cuando se activa la función Window aparece una barra de selección del área de zoom en el centro de la pantalla. Ajuste el control giratorio hacia la derecha para ampliar el área del zoom. 43
Figura 3-17. Presione F1 para activar la función de acercamiento 44
Figura 3-18. Modo de disparo Normal 45
Figura 3-19. Modo de adquisición Normal 55
Figura 3-20. Modo de adquisición Average 56
Figura 3-21. Modo Peak Detection 56
Figura 3-22. Tipo de visualización de puntos 57
Figura 3-23. Tipo de visualización de vectores 58
Figura 3-24. Seleccione la medición automática para el archivo Measure 1. 62
Figura 3-25. Mediciones +Width and –Width 63
Figura 3-26. Medición del período 64
Figura 3-27. Mediciones de voltaje 65
Figura 3-28. Medición de fase 66
Figura 3-29. Medición del retraso 66
Figura 3-30. Menú de la medición del cursor 68
Figura 3-31. Medición del cursor X para la señal del canal 1 con líneas de cursor X1 y X2 70
Figura 3-32. Medición del cursor X para la señal del canal 2 con líneas de cursor X1 y X2 71

Figura 3-33. Funciones matemáticas para la medición del cursor X 71
Figura 3-34. Medición del cursor Y para la señal del canal 1 con líneas de cursor Y1 e Y2 73
Figura 3-35. Medición del cursor Y para la señal del canal 2 con líneas de cursor X1 y X2 74
Figura 3-36. Función matemática para la medición del cursor Y 74
Figura 3-37. Adición de la función del canal 1 y del canal 2 76
Figura 3-38. Señal de sustracción en el canal 2 del canal 1 77
Figura 3-39. Menú Save/Recall 80
Figura 3-40. La pantalla <Save> indica que no se guarda ningún archivo de configuración. Puede presionar F1 para guardar la configuración en Setup 1. 81
Figura 3-41. La pantalla <Load> indica que se ha guardado un archivo de configuración en Setup 1 y puede presionar F1 para recuperar la configuración de la memoria interna. 82
Figura 3-42. La pantalla <Save> indica que no se guarda ninguna forma de onda, puede presionar F1 para guardar la forma de onda en Waveform 1. 83
Figura 3-43. La pantalla <Load> indica que se guarda un archivo de forma de onda en Waveform 1 y puede presionar F1 para recuperar la forma de onda de la memoria interna. Esta función sirve para comparar formas de onda. 83
Figura 3-44. La pantalla <None> indica que no se guarda ningún archivo de configuración. <Erase> en Setup 1 muestra que puede borrar el archivo de configuración de la memoria interna. 84
Figura 3-45. La pantalla <None> indica que no se guarda ninguna forma de onda. <Erase> en Waveform 1 muestra que puede borrar la forma de onda de la memoria interna. 85
Figura 3-46. Restaurar la configuración de fábrica en el menú Save/Load Setup. 87

Figura 3-47. El instrumento solicita confirmación para restaurar la configuración predeterminada de fábrica. 87
Figura 3-48. Conecte una memoria flash USB para guardar o descargar formas de onda hacia/desde el dispositivo de memoria externo. 88
Figura 3-49. Cargar un nombre de archivo desde un dispositivo de memoria flash USB 90
Figura 3-50. Modos Run y Stop 93
Figura 3-51. Control Auto-power off 94
Figura 3-52. Visualización del mensaje en condición de batería baja 97
Figura 4-1. Pantalla del multímetro 100
Figura 4-2. Pantalla de la medición de CC 101
Figura 4-3. Medición de resistencia 103
Figura 4-4. Comprobación de continuidad en corto con sonido. 104
Figura 4-5. Diodo en condición de polarización directa 106
Figura 4-6. Diodo en condición abierta 106
Figura 4-7. Medición de capacitancia 107
Figura 4-8. Medición de temperatura en grados Celsius (°C) junto a grados Fahrenheit (°F). 109
Figura 4-9. Medición de corriente 111
Figura 4-10. Medición de humedad 112
Figura 4-11. Medición de presión 113
Figura 4-12. Configure la medición como valor de referencia 114
Figura 4-13. Configure la medición como valor medido 115
Figura 4-14. Valor relativo obtenido de la delta del valor medido y el de referencia. 115
Figura 4-15. Medición automática en el modo de medición de resistencia 116
Figura 4-16. Modo de rango automático 118
Figura 4-17. Modo de rango manual 118

Figura 5-1. Se selecciona la medición máxima para el registro de datos de voltaje de CC. La base de tiempo inicial es 15 segundos — 150 segundos. 122
Figura 5-2. Una vez superados los 150 segundos, el gráfico se comprime automáticamente a la mitad de la pantalla y la base de tiempo pasa a ser 30 segundos — 300 segundos. 122
Figura 5-3. Activar la función CSV saving 123
Figura 5-4. Configuración del intervalo 124
Figura 7-1. Conexión de prueba entre el calibrador, el instrumento y el multímetro digital 139
Figura 7-2. Conexiones del calibrador al instrumento para la prueba 146
Figura 7-3. Cuadro de diálogo de la calibración automática 153
Figura 8-1. Empuje en la dirección de la flecha para retirar la base 161
Figura 8-2. Extraiga la base del instrumento 161
Figura 8-3. Extraiga los tornillos de la cubierta de la batería 162
Figura 8-4. Extraiga el conector de tres cables de la placa PCBA con una pinza 163
Figura 8-5. Extraiga la cubierta de la batería sin retirar la base 164
Figura 8-6. Desconecte el conector de tres cables con una pinza. 164
Figura 8-7. Extraiga los tornillos de la cubierta posterior 166
Figura 8-8. Extraiga la manija del instrumento 166
Figura 8-9. Extraiga las piezas de uso normal y resérvelas para el proceso de rearmado 167
Figura 8-10. Extraiga la carcasa frontal (derecha) y la posterior (izquierda) de la PCBA del instrumento 168
Figura 8-11. Extraiga los diez tornillos de la cubierta frontal 169
Figura 8-12. Extraiga el teclado de la cubierta frontal 169
Figura 8-13. Extraiga los seis tornillos y el cable de cinta de la placa PCBA 170
Figura 8-14. Extraiga los cuatro tornillos para desmontar la pantalla LCD 171

Tablas

Tabla 1-1. Tipo de cable de alimentación 4
Tabla 3-1. Condiciones de Autoscale 92
Tabla 7-1. Lista de equipos para las pruebas de rendimiento del osciloscopio 135
Tabla 7-2. Lista de equipos para las pruebas de rendimiento del multímetro 136
Tabla 7-3. Configuración utilizada para verificar la precisión de las mediciones de voltaje 138
Tabla 7-4. Configuración de la frecuencia del generador de señal 141
Tabla 7-5. Prueba de verificación de voltios de CC 146
Tabla 7-6. Prueba de verificación de voltios de CA 147
Tabla 7-7. Prueba de verificación de resistencia 148
Tabla 7-8. Prueba de verificación de capacitancia 149
Tabla 7-9. Prueba de verificación de diodos 150
Tabla 7-10. Códigos de errores de la calibración automática 154
Tabla 8-1. Lista de piezas de repuesto 172
Tabla 9-1. Especificaciones garantizadas 174
Tabla 9-2. Características 177
Tabla 9-3. frecuencia de muestreo 182
Tabla 9-4. Características generales 183

1
Introducción

Contenido del paquete 2
Carga de la batería 5
Encendido del instrumento 7
Restablecimiento de la configuración de fábrica 7
Calibración automática 9
Configuración de la fecha y la hora 10
Configuración del apagado automático 12
Selección del idioma de la ayuda rápida 13
Ajuste del contraste de la pantalla 14
Compensación de la sonda 15

La serie de osciloscopios digitales portátiles U1600B cuenta con una pantalla a color LCD de 4.5 pulgadas capaz de distinguir claramente las formas de ondas de dos canales. Ofrece una excelente herramienta de garantía de calidad y solución de problemas para los profesionales técnicos de las industrias de instalaciones, mantenimiento, reparaciones y automatización. Esta serie consta de dos modelos: U1604B con ancho de banda de 20 MHz y U1604B con ancho de banda de 40 MHz. Ambos modelos tienen una frecuencia de muestreo en tiempo real de hasta 200 MSa/s. Los usuarios pueden utilizar las funciones matemáticas de Doble Onda (DWM) y Transformación Rápida de Fourier (FFT) (en U1604B) para realizar un rápido análisis de forma de onda tanto en dominio de tiempo como de frecuencia. El multímetro digital True RMS con 6000 números de resolución incorporado también incluye funciones de selección automática de rango que les permite a los usuarios realizar operaciones de medición precisas y rápidas inclusive de voltajes, resistencia y medición auxiliar. Además, la serie U1600B también ofrece una función de registro de datos para todas las mediciones realizadas, a fin de que los usuarios puedan consolidar una secuencia de puntos de datos para su registro.

KEYSIGHT TECHNOLOGIES

Contenido del paquete

✔ Abra el paquete y controle que la caja no presente daños.

Si la caja pareciera estar dañada, guárdela, junto con el material antigolpes, hasta haber revisado que contenga todo lo que corresponde y haber probado el osciloscopio digital portátil en forma mecánica y eléctrica.

Compruebe haber recibido los siguientes componentes estándar o accesorios opcionales solicitados:

- Osciloscopio digital portátil U1604B o U1604B
- Cable de alimentación
- Adaptador de CA
- Sondas para el osciloscopio
  - Dos sonda pasiva 10:1 de 10 MΩ
- Dos cables de prueba DMM
- Tres pinzas de conexión medianas
- Dos pinzas de gancho para el osciloscopio
- Dos pinzas de conexión a tierra para el osciloscopio
- Guía de inicio rápido
- Certificado de calibración

Accesorios opcionales:

- Sonda pasiva 100:1 de 10 MΩ y una pinza de conexión a tierra
- Estuche blando

✔ Revise el osciloscopio

- Si existe algún defecto o daño mecánico, o si el instrumento no funciona en forma correcta o no supera las pruebas de rendimiento, comuníqueselo a la oficina de ventas de Keysight Technologies más cercana.
- Si la caja o el material anti golpes parecen haber sufrido daños, comuníqueselo al servicio de entrega y a la oficina de ventas de Keysight Technologies. Conserve la caja para que el servicio de entrega la revise. La oficina de ventas de Keysight Technologies determinará a su discreción la reparación o sustitución del producto sin aguardar el resultado del análisis del reclamo.

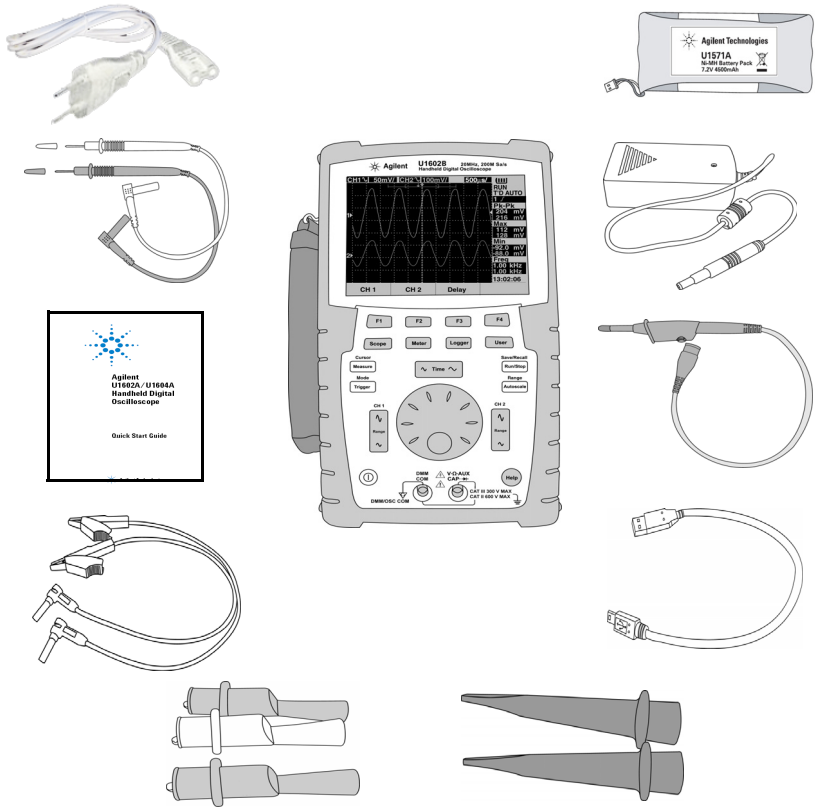


Figura 1-1 Componentes incluidos

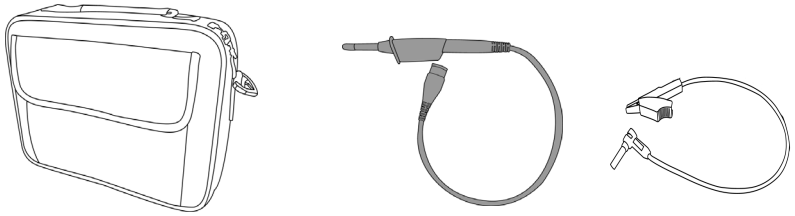


Figura 1-2 Accesorios opcionales

Tabla 1-1 Tipo de cable de alimentación

Tipo de conector	Número de pieza	Tipo de conector	Número de pieza
Reino Unido	8120-6315	Sudáfrica e India	8121-0702
Australia, Nueva Zelanda	8120-6312	Japón	8120-6316
Europa	8120-6314	Brasil, Tailandia, Filipinas	8121-0664
Estados Unidos, Canadá (120V)	8120-6313	Argentina	8120-6316
China	8120-8373	Chile	8120-8452
Corea	8120-8441		

NOTA El tipo de cable de alimentación que se muestra en la Figure 1-1 es meramente ilustrativo. El tipo de cable de alimentación que recibe como parte del conjunto estándar de componentes varía según la región, como se observa en la Table 1-1.

Carga de la batería

✔ Antes de usar el sistema por primera vez, debe cargar la batería por 25 horas aproximadamente con la unidad encendida, utilizando el adaptador de CA de Keysight designado. Asegúrese de poseer el cable de alimentación correcto (consulte la Tabla 1-1). El adaptador de CA convierte en forma automática rangos de voltaje de línea de entrada de 100 VCA - 240 VCA, 50/60 Hz en voltaje de salida de 2 VCC, 2 A.

La batería recargable nueva se proporciona descargada y debe cargarse antes de su uso. Una vez que se la comienza a utilizar (o después de un período de almacenamiento prolongado) la batería recargable puede requerir tres o cuatro ciclos de carga/descarga antes de alcanzar la capacidad máxima. Para descargar la batería, simplemente ejecute el osciloscopio con alimentación de la batería recargable hasta que se apague o aparezca la advertencia de batería baja.

PRECAUCIÓN Para evitar daños en el instrumento por fuga de la batería, siempre retire las baterías agotadas inmediatamente.

NOTA Si se carga en modo de carga rápida con el instrumento apagado, demora cuatro horas y media.

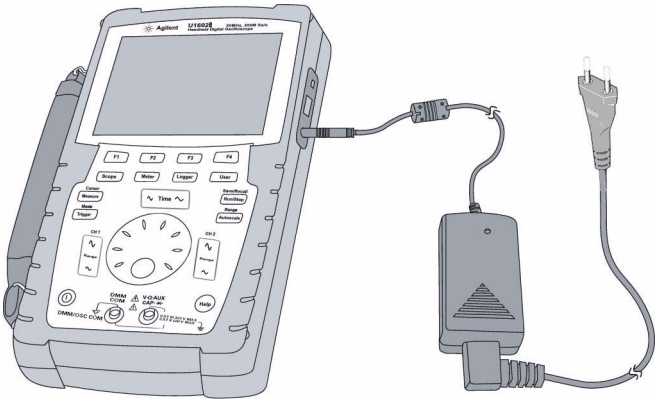


Figura 1-3 Carga de la batería

Encendido del instrumento

✔ Para encender o apagar el instrumento, mantenga presionado el botón ubicado en la esquina inferior izquierda del panel frontal. El instrumento carga la última configuración registrada en la memoria no volátil.

Restablecimiento de la configuración de fábrica

✔ La configuración de fábrica restaura las condiciones originales de funcionamiento del instrumento. Al presionar la tecla programable F1, se eliminan del instrumento todas las configuraciones definidas por el usuario. Una vez eliminadas, no se pueden recuperar.

1 Mantenga presionado el botón Save/Recall Run/Stop para ingresar al menú Save/Recall.
2 Seleccione la tecla programable F1 para acceder al modo Save/Recall Setup.
3 En la página 1/4 del modo Save/Recall, presione F1 para restaurar la configuración de fábrica.

Las principales opciones de configuración predeterminadas son:

Horizontal Modo principal, escala de 100 µs/div, retraso de 0 s, referencia de tiempo central, ventana desactivada

Vertical Canal vertical 1 activado, escala de 5 V/div, acoplamiento de CC, posición 0 V, factor de sonda en 1X

Trigger Disparo de borde, modo de barrido automático, nivel de 0 V, origen de canal 1, acoplamiento de CC, pendiente de borde ascendente

Display Vector activado, contraste de 50%, cuadrícula de red, persistencia desactivada

Acquire Modo Normal, Run/Stop en Run, cursores y medición desactivados

DMM Voltímetro en CC, relativo desactivado, medición automática

Ohmiómetro en Resistencia, relativo desactivado, medición automática

Termómetro en °C, relativo desactivado

Amperímetro en CC, relativo desactivado

Medidor de humedad en %RH, relativo desactivado

Medidor de presión en psi, relativo desactivado.

Logger Registro Volt, entrada CC, registro máximo

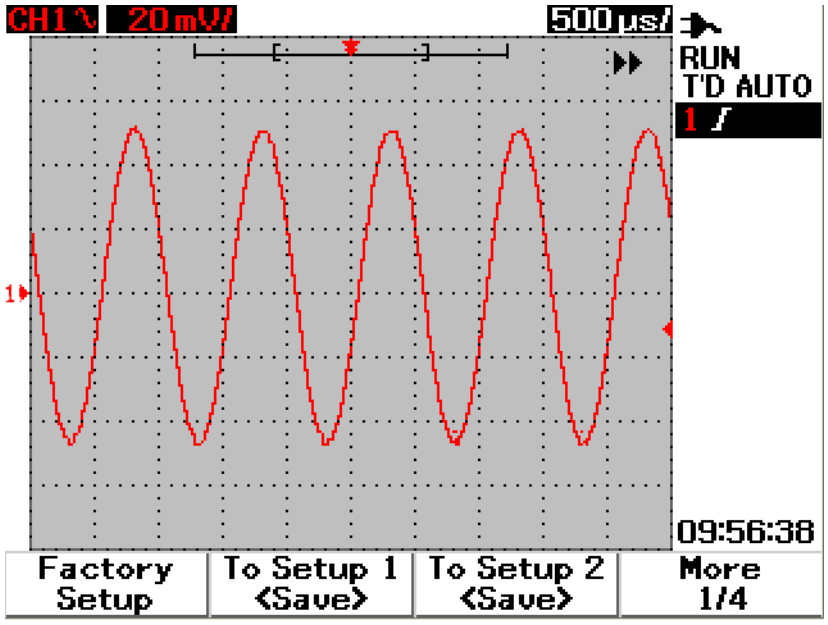


Figura 1-4 Configuración de fábrica

Calibración automática

✔ Utilice la calibración automática para comprobar que el instrumento esté funcionando en forma correcta. Esta opción consiste en una rutina de alineamiento interno automático para optimizar la transmisión de la señal del osciloscopio. En la rutina se utilizan señales generadas en el interior para optimizar los circuitos que afectan los parámetros de sensibilidad, compensación y disparo del canal.

Deje el instrumento calentándose al menos 30 minutos antes de cada calibración automática. Esta tarea debe llevarse a cabo según las siguientes recomendaciones:

- Cada 12 meses o tras 2000 horas de uso
- Si la temperatura ambiente es > 10 °C que la temperatura de calibración
- Si desea incrementar la precisión de las mediciones
- Luego de un funcionamiento extraño.
- Para comprobar que funcione bien luego de una reparación.

1 Presione el botón User para acceder al modo Utility con la tecla programable F4.

2 En la página 3/4 del modo Utility, presione F1 para iniciar la calibración automática.

3 Aparece un cuadro de diálogo donde se indica al usuario que desconecte todas las conexiones de entrada del instrumento antes de presionar F1 para iniciar la calibración automática.

ADVERTENCIA

Desconecte todas las conexiones de medidores y sondas de la terminal de entrada del instrumento. Deje el instrumento calentándose al menos 30 minutos antes de cada calibración automática. Consulte "Calibración automática 152" para obtener más información.

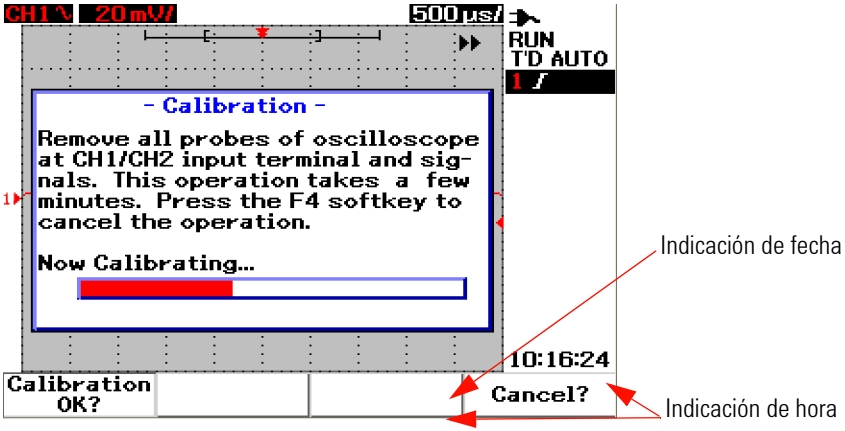


Figura 1-5 Cuadro de diálogo de la calibración automática

Configuración de la fecha y la hora

✔ Se puede configurar la fecha y la hora actual en el instrumento. Aparecerán en la esquina inferior derecha de la pantalla. Debe hacer lo siguiente:

1 Presione el botón User y la tecla programable F4 para acceder al modo Utility.

2 En la página 2/4 del modo Utility, presione F1 para seleccionar el formato de fecha MM/DD/YY o YY/MM/DD.

- MM: mes
- DD: día
- YY: año

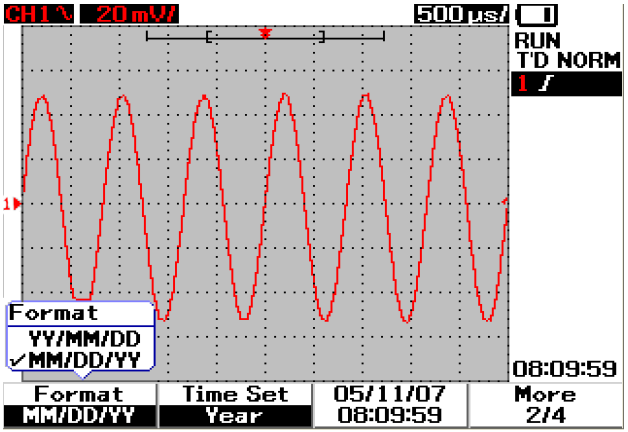


Figura 1-6 Selección del formato de la fecha

3 Presione F2 para seleccionar año, mes, día, hora, minuto o segundo y mueva el control giratorio para seleccionar el valor deseado.

4 Presione el control para almacenar las preferencias.

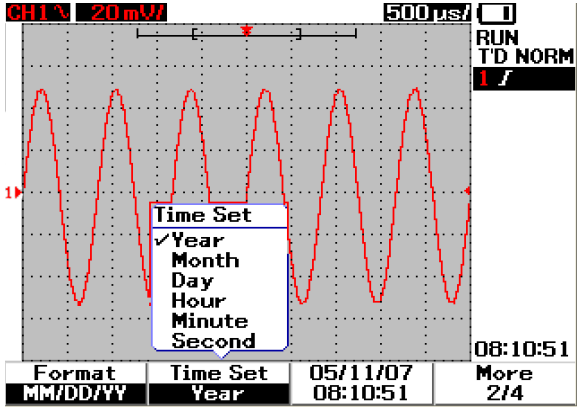


Figura 1-7 Configuración de la fecha y la hora

Configuración del apagado automático

✔ Este instrumento incluye una función de apagado automático. Esta función ahorra batería cuando no hay ninguna tecla activa en el panel frontal durante el período establecido. Una vez transcurrido ese tiempo, el instrumento guarda la última configuración y se apaga automáticamente.

Para activar esta función, debe hacer lo siguiente:

1 Presione el botón User y la tecla programable F4 para acceder al modo Utility.

2 En la página 1/4 del modo Utility, presione F1 para seleccionar el tiempo de espera:

5 min/10 min/30 min/1 hora/2 horas/4 horas.

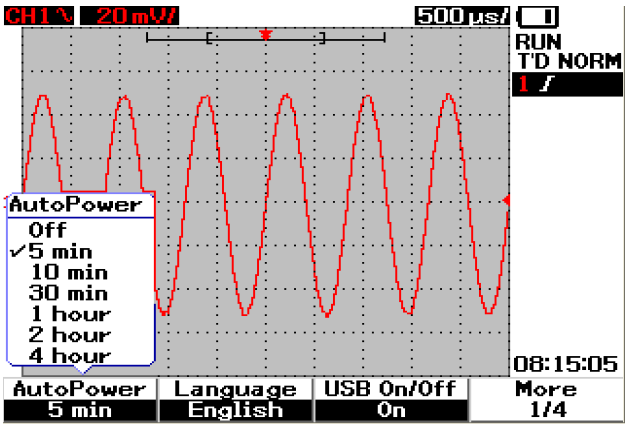


Figura 1-8 Función de apagado automático

Selección del idioma de la ayuda rápida

✔ La ayuda rápida posee varios idiomas. Hasta la publicación de este documento, existían versiones en inglés, alemán, francés, italiano, portugués, español y coreano. El instrumento trae la función Ayuda rápida en inglés, pero los demás idiomas pueden descargarse de la página Web del producto:
: www.keysight.com/find/handheldscope

Para seleccionar el idioma de la Ayuda rápida en el osciloscopio, haga lo siguiente:

1 Presione el botón User y la tecla programable F4 para acceder al modo Utility.

2 En la página 1/4 del modo Utility, presione F2 para abrir un menú de selección de idioma.

3 Presione el control giratorio para almacenar el idioma que desee.

Consulte los siguientes pasos para actualizar el firmware de su instrumento o para descargar la Ayuda rápida en diferentes idiomas:

1 Seleccione y guarde el firmware (archivo binario) a cualquier directorio en su disco duro.

2 Asegúrese de que su dispositivo esté desconectado de su PC.

3 Haga doble clic y ejecute el cargador de Firmware (disponible en el Product Reference CD).

4 Haga clic en **OpenBIN** para examinar el archivo binario de firmware que ha guardado.

5 Encienda el instrumento si aún no está encendido. Para encender la conexión USB del instrumento, presione User > Utility (tecla programable F4) > USB On/Off (página 1 de 4) > On (tecla programable F3) en el panel frontal.

6 Conecte el instrumento a su PC con el cable USB. El equipo detectará automáticamente el instrumento.

7 Apague el instrumento y vuélvalo a encender para que la actualización de firmware surta efecto. Una vez encendido, la actualización de firmware se ejecuta automáticamente y se reemplaza el firmware anterior.

PRECAUCIÓN No quite la conexión USB entre el instrumento y el equipo durante el proceso de descarga de firmware. De hacerse, el instrumento se paralizará y es posible que no pueda apagarlo. Cuando esto ocurre, desconecte la batería y repita los pasos 1 al 10.

8 Una vez finalizada la actualización del Firmware, el instrumento se apagará automáticamente.

9 Haga clic en **Salir** para cerrar el cargador de firmware.

10 Encienda el instrumento, presione User > Utility (tecla programable F4) > Languages (tecla programable F2) en el panel frontal para seleccionar Inglés o el idioma instalado. Se muestra el menú de Ayuda rápida en el idioma seleccionado.

Ajuste del contraste de la pantalla

✔ Se puede ajustar el brillo de la pantalla LCD del instrumento mediante los siguientes pasos:

1 Presione el botón User y la tecla programable F1 para acceder al modo Display.

2 En la página 1/2 del modo Display, presione F2 una vez para liberar el bloqueo de cifras.

3 Para incrementar el contraste de la pantalla, gire el control hacia la derecha. Para reducirlo, gírelo hacia la izquierda.

4 Vuelva a presionar F2 para bloquear la configuración del contraste.

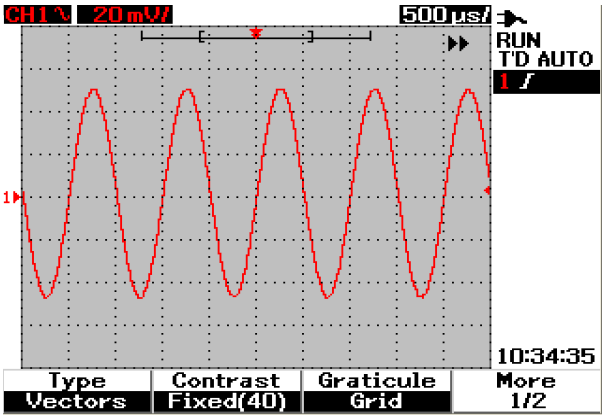


Figura 1-9 Ajuste del contraste de la pantalla

Compensación de la sonda

✔ Siempre que conecte por primera vez una sonda pasiva en cualquier canal de entrada, debe compensarla. Esto es importante para que las características de la sonda coincidan con las del instrumento. Si no se compensa bien, no se podrá garantizar que la medición sea correcta.

Para ajustar la compensación de la sonda, siga estos pasos:

1 Presione el botón User y la tecla programable F4 para acceder al modo Utility.

2 En la página 3/4 del modo Utility, presione F2 para iniciar la calibración de la sonda.

3 Seleccione la atenuación de la sonda con F1 (10X o 100X) antes de conectarla al instrumento.

4 Conecte la sonda pasiva al canal 2 y el contacto de sonda al canal 1. La señal de entrada es de 3 Vp-p con 1 kHz en el canal 1.

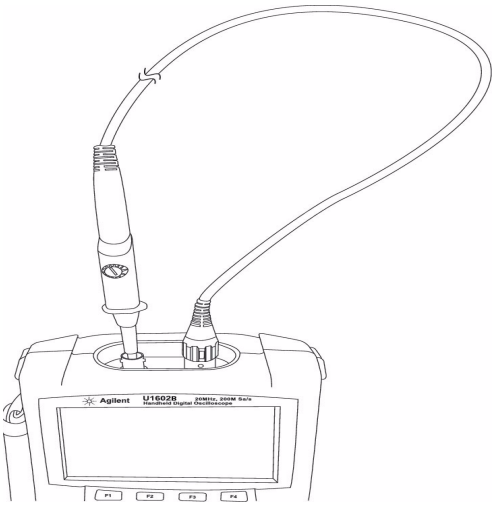


Figura 1-10 Conexión para la compensación de sonda

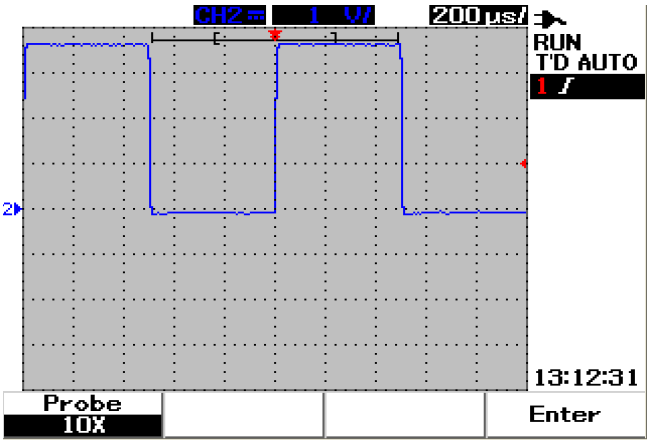


Figura 1-11 Una sonda de 10X con compensación excesiva. Configure el condensador de ajuste para obtener un pulso lo más cuadrado posible tal como se muestra en la Figura 1-13.

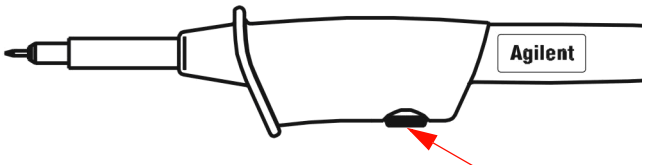


Figura 1-12 Condensador de ajuste para compensaciones de sondas

Utilice una herramienta sin metal para ajustar el condensador en la sonda y así obtener un pulso lo más cuadrado posible; consulte la Figura 1-13. La ubicación del condensador se indica en la Figura 1-12.

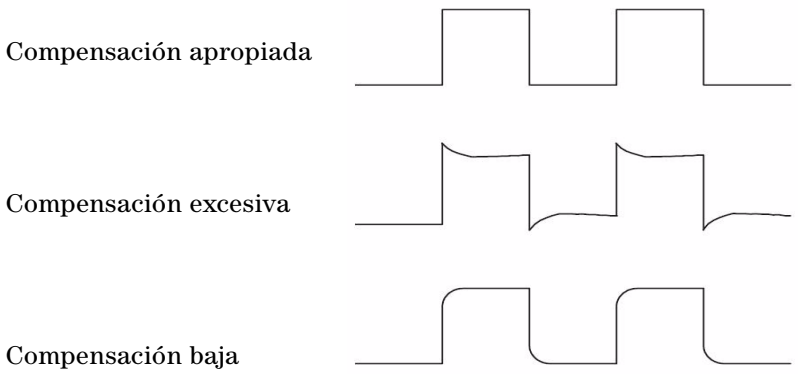


Figura 1-13 Formas de pulsos de referencia para la compensación de sondas

1 Introducción

2
Visión general del panel frontal y las pantallas

Visión general del panel frontal 19
Visión general de la pantalla del osciloscopio 24
Visión general de la pantalla del multímetro 26

Visión general del panel frontal

En este capítulo se describen los controles del panel frontal del osciloscopio digital portátil de Keysight serie U1600B. Las teclas del panel frontal se utilizan para configurar y llevar a cabo mediciones con el osciloscopio y el multímetro. Brindan acceso a los menús de teclas programables de las funciones y las opciones de configuración seleccionadas con el control giratorio. Estas teclas dirigen a la primera capa del menú de la función, donde las cuatro teclas programables ubicadas debajo de la pantalla se utilizan para seleccionar el submenú de la función. Estas cuatro teclas permiten acceder a la configuración de la función y modificarla.

El control giratorio funciona como un botón Intro para reposicionar una forma de onda de canal. Al ajustar una opción de configuración, gire el control hacia la derecha para incrementar el valor, o hacia la izquierda para reducirlo, y presione el control para establecerla.

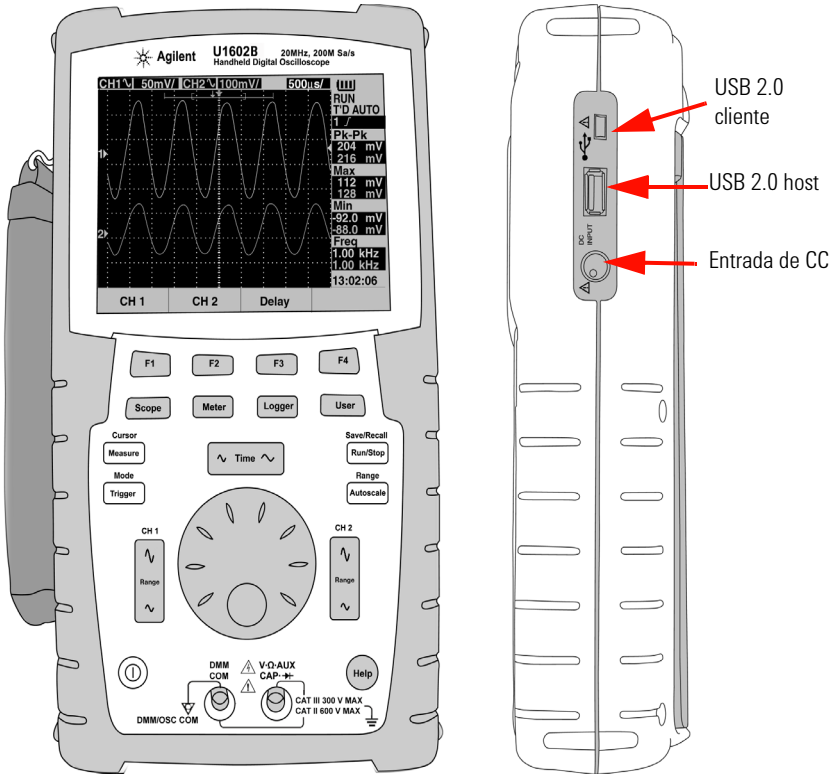


Figura 2-1 Vista frontal y lateral del osciloscopio digital portátil de la serie U1600B

NOTA Para SALIR del submenú de la función principal, presione cualquier tecla de función principal.

1 Botón de encendido Mantenga presionado el botón de encendido para encender o apagar el instrumento.

2 Teclas programables La función de estas teclas varía con los menús que aparecen en pantalla. Las cuatro teclas programables se encuentran debajo de la pantalla LCD.

3 Scope Tecla de función principal para acceder a la configuración de la forma de onda de los canales 1 y 2. En el modo Scope, se puede configurar la imagen de la forma de onda como sección retrasada, por lo cual puede seleccionar la base de tiempo XY e YT. Al girar el control, se puede modificar la posición vertical de la forma de onda en la pantalla. En este menú, también se puede determinar la ventana de adquisición de acuerdo con el punto de disparo y el punto de referencia del tiempo de disparo. Además, se puede acercar o alejar la imagen de la forma de onda virtual moviendo la ventana de zoom en forma horizontal.

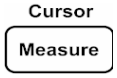
4 Meter Tecla de función principal para pasar al modo de multímetro. Este modo brinda acceso a los submenús Voltmeter, Ohmmeter y Auxiliary. Utilice la tecla programable para seleccionar y acceder a las funciones del multímetro que funcionan en modo de rango automático.

5 Logger Tecla de función principal para consolidar un punto de datos para el registro de datos. Esta función de registro de datos está disponible para todas las funciones del multímetro.

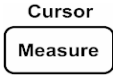
6 User Tecla de función principal para acceder a los menús Display, Acquire, Math y Utility.

- **Display** Modo que permite configurar el tipo, el contraste y la red del fondo de la imagen. Es posible retener la forma de onda capturada sin eliminar las adquisiciones anteriores.
- **Acquire** Modo que permite configurar la adquisición de señales en los modos Normal, Average o Peak.
- **Math** Modo que ofrece las funciones matemáticas de Doble Onda para multiplicar y restar formas de onda. El modelo U1604B incluye la función FFT (Transformación rápida de Fourier).

- **Utility** Modo que permite configurar la imagen en tiempo real, el apagado automático, la selección de idioma de la ayuda rápida, la conectividad USB, la calibración automática y la prueba automática del instrumento.



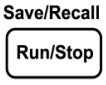
7 Measure Tecla de función principal para seleccionar una lista de mediciones automáticas predefinidas que se verán en la pantalla.



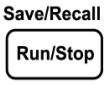
8 Cursor Tecla de función principal para medir formas de onda con funciones del cursor X o Y. Para acceder a esta función, mantenga presionado el botón

.

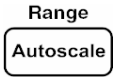
9 Trigger Tecla de función principal para determinar el tipo de control de disparo para capturar diferentes tipos de señales de formas de onda.



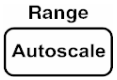
10 Run/Stop Tecla de función principal para que el instrumento comience a buscar el disparador. Si el modo de disparador está configurado en Normal, la pantalla no se actualizará hasta que se halle un disparador. Si el modo de disparador está configurado en Auto, el instrumento buscará un disparador. Si no se halla ninguno, se disparará automáticamente y se mostrarán las señales de inmediato.



11 Save/Recall Tecla de función principal que permite guardar, restaurar y eliminar una configuración y forma de onda previamente almacenada. Conecte una memoria flash USB para almacenar o restaurar formas de onda y archivos de configuración del instrumento. Desconecte la memoria flash USB sin precauciones especiales.

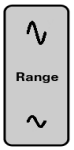


12 Autoscale Al presionar la tecla Autoscale, se activarán ambos canales y se escalará la señal de entrada para generar la mejor imagen.

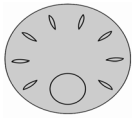


13 Range Al presionar la tecla Autoscale en cualquier modo del multímetro de rango automático, el instrumento permite seleccionar el rango que se desee.

14 Escala horizontal Utilice el botón para modificar el tiempo por división horizontal (time/div) de la pantalla. Al presionar el extremo derecho del botón (ns) se reduce, y al presionar el extremo izquierdo (s) se incrementa.



15 Escala vertical Utilice el botón para incrementar o reducir la sensibilidad vertical (ganancia) en voltaje por división vertical (volt/div) del canal. Al presionar el botón superior (mV) se reduce, y al presionar el botón inferior (V) se incrementa. Existen dos botones para ajustar cada canal.



16 Control giratorio Este control sólo se activa en el modo del osciloscopio para ajustar las siguientes funciones:

- Posición a tierra de referencia del canal
- Referencia de tiempo de retraso de disparo
- Nivel de disparador de borde
- Condición y nivel de disparador de pulso
- Condición y nivel de disparador de patrón
- Línea de disparador de video
- Selección de parámetros de medición automáticos
- Ventana de zoom
- Movimiento del cursor
- Contraste de la pantalla LCD
- Selección del número promedio en el modo Acquisition
- Configuración de la fecha y la hora

17 La **Ayuda rápida** es una función integrada en el instrumento. Brinda ayuda relacionada con cada tecla programable y del panel frontal. Para ver la ayuda rápida de cada función, presione el botón . Gire el control hacia la derecha para pasar a la siguiente página.

Visión general de la pantalla del osciloscopio

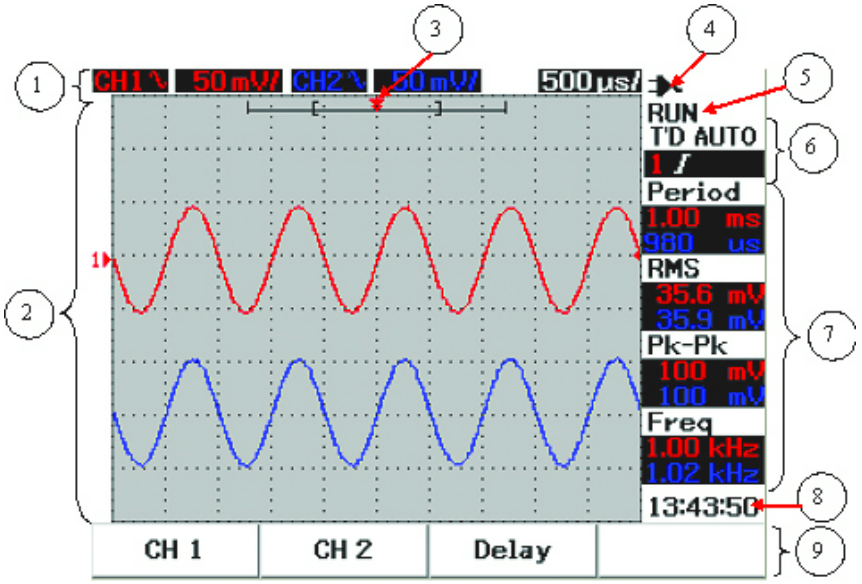


Figura 2-2 Interpretación de la pantalla del osciloscopio

1 **Línea de estado** En la línea superior de la pantalla se muestra la información de configuración de los canales 1 y 2 en sensibilidad vertical (volt/div) y velocidad de barrido (tiempo/div).

2 **Zona de la forma de onda** Esta zona contiene la adquisición de la forma de onda, identificadores de canal en dos colores diferentes, el nivel de disparador y el indicador de referencia de tierra.

3 **Referencia de tiempo y punto de disparo** Este punto de posición se utiliza como indicador y también como punto de disparo para la referencia de tiempo en la ventana de la forma de onda.

4 **Indicador de fuente de alimentación** Este indicador muestra el estado de la batería de lleno a vacío e indica la conectividad de CA para la carga de la batería.

5 **Estado de adquisición** En este modo de Run/Stop se muestra el estado de adquisición de forma de onda en la condición de ejecución o congelado.

6 **Estado del disparador** En estas dos líneas se ve el modo, el tipo y el estado del disparador. El estado (T'D) parpadea cuando no se detecta ninguna señal.

7 **Línea de mediciones** En esta columna se muestran los resultados de las mediciones automáticas seleccionadas.

8 **Imagen en tiempo real** Se puede configurar la fecha y la hora en el modo User -> Utility.

9 **Zona de imagen del menú** La tecla programable ubicada debajo de la pantalla LCD permite seleccionar y configurar parámetros de los modos y menús.

Visión general de la pantalla del multímetro

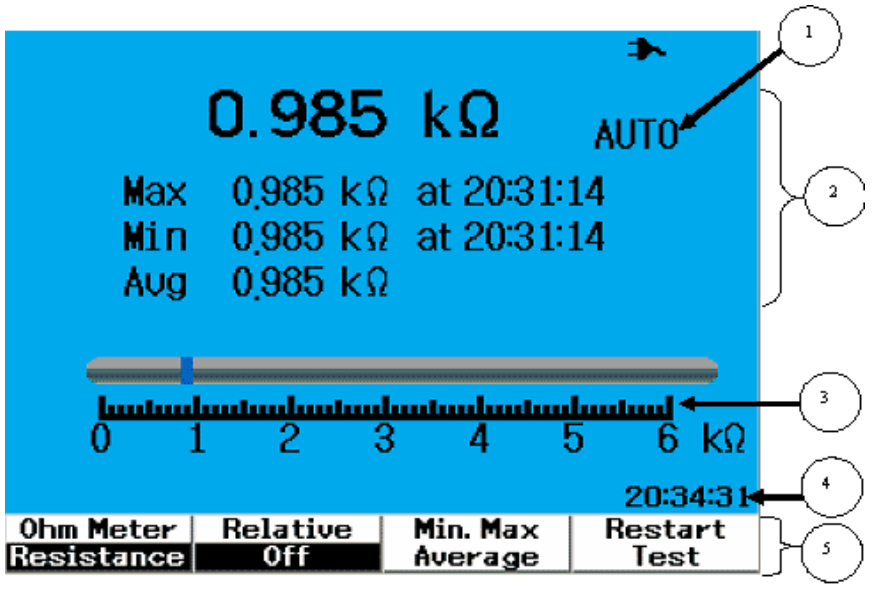


Figura 2-3 Interpretación de la pantalla del multímetro

1 **Rango automático** Este rango automático True RMS se puede aplicar a todas las funciones del multímetro. Se basa en el valor medido para seleccionar automáticamente el rango adecuado. Esta función se puede desactivar para que sea el usuario quien seleccione el rango. Esta opción de rango manual sólo está disponible en los modos Voltímetro y Ohmiómetro.

2 **Zona de imagen del multímetro** Esta zona contiene los resultados en tiempo real de los valores de medición máximo, mínimo y promedio indicando la hora correspondiente.

3 **Gráfico de barras análogo** Este gráfico muestra en tiempo real los valores medidos en el rango seleccionado.

4 **Imagen en tiempo real** Se puede configurar la fecha y la hora en el modo User -> Utility.

5 **Zona de imagen del menú** La tecla programable ubicada debajo de la pantalla LCD permite seleccionar y configurar parámetros de los modos y menús.

3
Uso de las funciones del osciloscopio

Controles verticales 28
Controles horizontales 38
Controles de Disparador 45
Controles de forma de onda 54
Controles de visualización 57
Medición automática 60
Controles de medición de cursor 68
Control de funciones matemáticas 75
Controles Save y Recall 80
Controles Autoscale y Run/Stop 92
Controles de Utility 94
Modo Low Battery 96
Función Silencio 97

Esta sección lo guía en los pasos a seguir para configurar el control del sistema vertical del instrumento. Se recomienda enfáticamente que lea todo este capítulo para familiarizarse con la configuración básica antes de realizar mediciones con el instrumento.

NOTA

- Para conocer las opciones en todos los menús de funciones, presione la tecla programable respectiva y fije la opción con un tic (√) que se muestra.
- Para realizar cualquier ajuste que requiera la utilización del control giratorio, aparece el menú para indicar que debe utilizarse el control giratorio.

Controles verticales

Cada canal incluye una configuración de control vertical en el menú Scope de cada canal. Esta sección describe los controles del canal vertical para cada canal.

Selección de canal para la forma de onda

La configuración predeterminada del instrumento permite la forma de onda para el canal vertical 1. Puede activar uno o ambos canales simultáneamente. Los pasos siguientes muestran cómo activar o desactivar la forma de onda de la pantalla.

1 Presione el botón Scope en el panel frontal para acceder al menú Scope. Verá la siguiente pantalla del menú scope en la Figura 3-1, que muestra ambos canales desactivados.

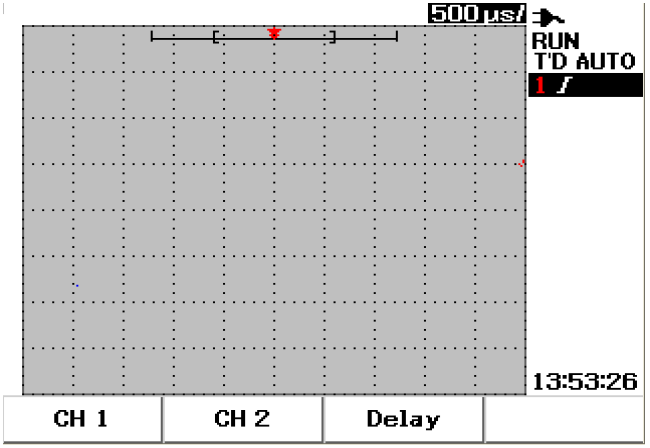


Figura 3-1 Pantalla del menú Scope con ambos canales visualizados.

2 Presione la tecla programable F1 para acceder al submenú del canal 1 (CH 1) o F2 para acceder al submenú del canal 2 (CH 2).

3 El submenú es similar para ambos canales. La Figura 3-2 muestra el submenú genérico para el canal 1. Para activar la forma de onda del canal 1 presione F1 para mostrar el menú desplegable.

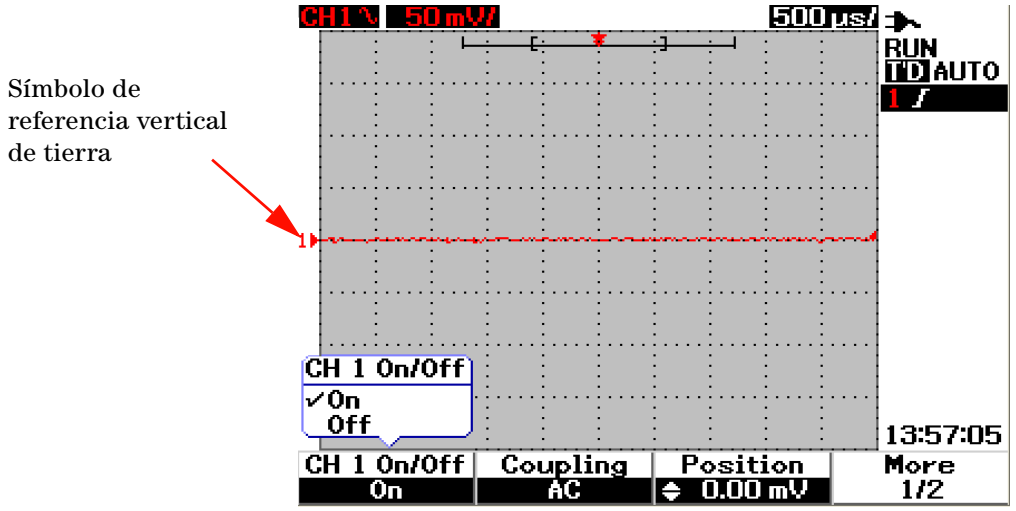


Figura 3-2 Seleccione On u Off para activar o desactivar la forma de onda

4 Seleccione “On” en el menú desplegable al presionar F1 para mostrar la entrada de forma de onda.

5 En el estado “On”, se mostrarán la sensibilidad vertical en Volt/div (visualizado en V/) y la indicación de la posición de referencia vertical de tierra de acuerdo con la configuración de posición del canal (consulte la sección a continuación para obtener una explicación detallada).

6 Puede realizar el mismo procedimiento para el canal 2 o para ambos canales.

Configuración del sistema vertical

Para cambiar la posición de referencia vertical de tierra

Puede ajustar la forma de onda verticalmente al presionar la tecla programable F3. La siguiente Figura 3-3 muestra la configuración del ajuste de la posición vertical.

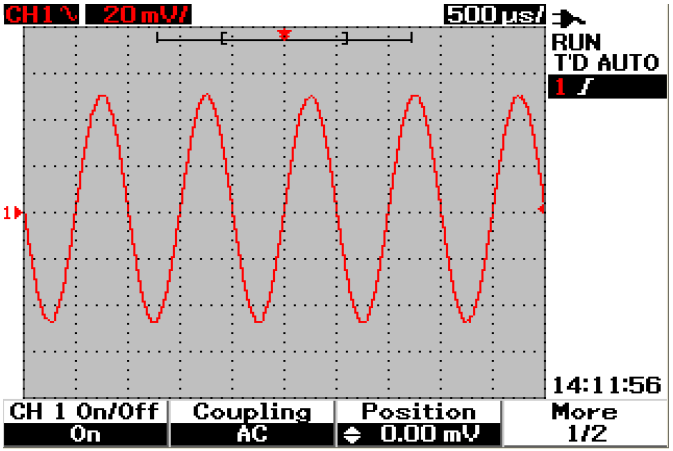


Figura 3-3 Ajuste la posición vertical para la forma de onda.

1. Presione la tecla programable F3 para activar la configuración de la posición de la forma de onda. Gire el interruptor hacia la derecha para mover la forma de onda hacia arriba y, viceversa, para mover la forma de onda hacia abajo.

2. A medida que gira el interruptor , se muestra el valor de voltaje correspondiente en el encabezado Position que se muestra en la Figura 3-3. El valor de voltaje indica la distancia de la referencia de tierra con respecto al centro de la pantalla.
3. Observe que la forma de onda y el símbolo de referencia de tierra se mueven verticalmente con respecto a la posición del interruptor giratorio.

NOTA La compensación máxima de la referencia positiva es 250 mV y la compensación mínima de la referencia negativa es – 250 mV.

Para centrar la forma de onda en la pantalla

Puede restablecer rápidamente la forma de onda al centro de la pantalla. Para navegar a la página siguiente del submenú, presione la tecla programable F4. En la página 2/2 del submenú del canal, presione F3 para restablecer la posición de referencia vertical de tierra al centro de la pantalla.

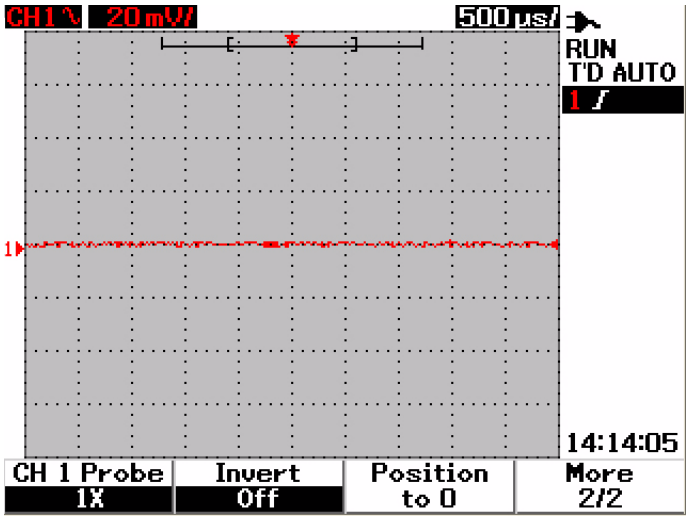


Figura 3-4 Restablezca el símbolo de referencia vertical de tierra a cero voltios.

NOTA

Position to 0 es una función conveniente para restablecer la compensación de la forma de onda al estado original después de cambiar la compensación de tierra utilizando el interruptor giratorio.

Para cambiar la sensibilidad vertical

Al presionar el botón

, puede cambiar la sensibilidad vertical (Volts/div) de una forma de onda. El factor de escala vertical cambia la escala Volts/div en una secuencia de pasos 1-2-5 según la atenuación de la sonda.

- 5 mV/div a 100 V/div para sonda 1:1
- 50 mV/div a 1 kV/div para sonda 10:1
- 500 mV/div a 10 kV/div para sonda 100:1

Para cambiar la sensibilidad vertical para cada canal, utilice el

botón de factor de escala vertical para aumentar y reducir la sensibilidad. Presione el botón superior (con el indicador mV) para aumentar la sensibilidad vertical o presione el botón inferior (con el indicador V) para reducirla. El valor Volts/div del canal se muestra en la línea de estado (consulte “Visión general de la pantalla del osciloscopio 24”) como se muestra en la Figura 3-5.

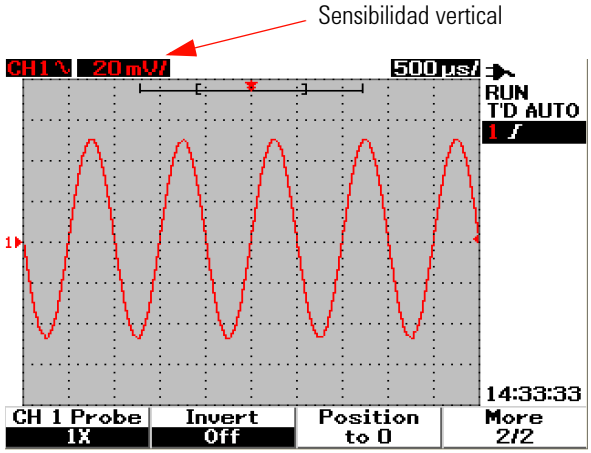


Figura 3-5 Pantalla de sensibilidad vertical

NOTA Al presionar el

botón para el canal 1 o canal 2, aparecerá el menú de configuración del canal respectivo.

Control de acoplamiento de canal

El control de acoplamiento de canal puede utilizarse para eliminar cualquier voltaje de compensación de CC en una forma de onda. Puede seleccionar el acoplamiento de canal de entrada ya sea a CA (corriente alterna), CC (corriente continua) o Gnd (Tierra).

Para seleccionar el acoplamiento de canal de entrada, siga los procedimientos a continuación:

1 Vaya al menú individual del canal 1 y del canal 2 presionando el botón Scope.

2 En la página 1/2 de cada submenú del canal, puede visualizar y configurar el acoplamiento del canal presionando la tecla programable F2. Aparece un menú desplegable con las selecciones de CA, CC y GND.

Acoplamiento de canal de CA

El acoplamiento de CA es útil para visualizar las formas de onda con grandes compensaciones de CC. Puede seleccionar el acoplamiento de CA para evitar que cualquier componente de CC pase a través del instrumento. En este caso, sólo puede verse el componente de CA de la señal de entrada. El símbolo ∿ se muestra en el ángulo superior izquierdo de la línea de estado. Consulte Figura 3-6 para ver el acoplamiento de canal de CA.

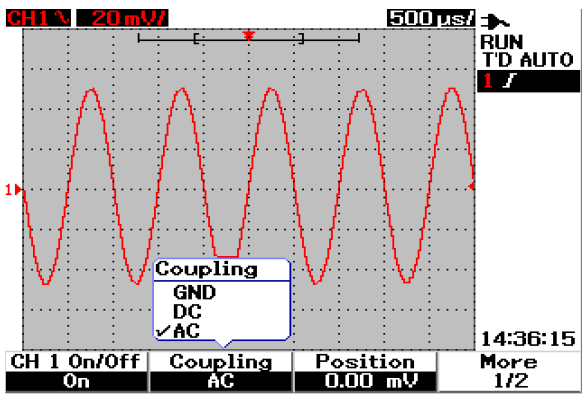


Figura 3-6 Acoplamiento de canal de CA

Acoplamiento de canal de CC

En el modo acoplamiento de CC, ambos componentes, CA y CC, existen en la forma de onda de entrada del instrumento. El acoplamiento de CC es útil para visualizar formas de onda tan bajas como 0 Hz que no poseen grandes compensaciones de CC. El símbolo ⎓ se muestra en el ángulo superior izquierdo de la línea de estado. Consulte el acoplamiento del canal de CC en la Figura 3-7.

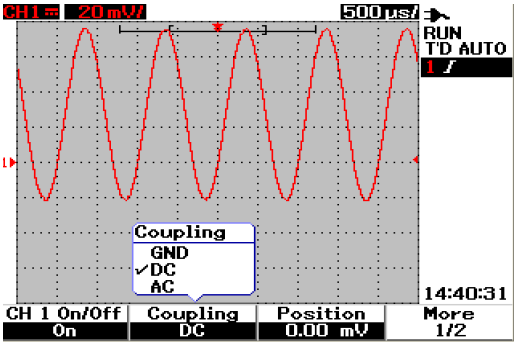


Figura 3-7 Acoplamiento de canal de CC

Acoplamiento de canal de tierra

En el modo de acoplamiento GND, la forma de onda se desconecta de la entrada del osciloscopio. Se muestra el símbolo ⏚ en el ángulo superior izquierdo de la línea de estado. Consulte el acoplamiento de canal de Gnd en la Figura 3-8.

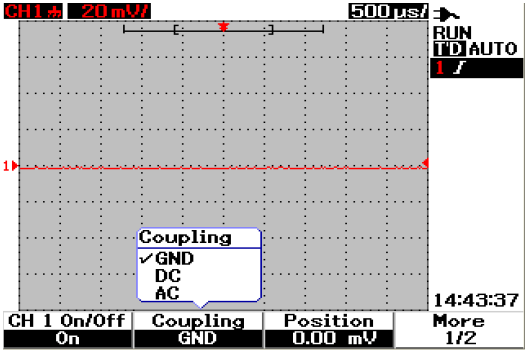


Figura 3-8 Acoplamiento de canal de tierra

Control de atenuación de la sonda

El control de atenuación de la sonda depende de la capacidad de la atenuación de la sonda que se introduzca al instrumento. La atenuación de la sonda cambia el factor de atenuación para la sonda. El factor de atenuación de la sonda debe configurarse de acuerdo con la sonda que se utilice para garantizar que los resultados de la medición reflejen el nivel real de voltaje.

Se dispone de tres tipos de escala de atenuación de la sonda:

- 1X : Selecciónela cuando use sonda 1:1 o cuando obtenga directamente la señal a la terminal de entrada.
- 10X : Selecciónela cuando use una sonda 10:1.
- 100X: Selecciónela cuando use una sonda 100:1

Puede configurar el factor de atenuación de la sonda de la siguiente manera:

1 Vaya al menú individual del canal 1 y del canal 2 presionando el botón Scope.

2 En la página 2/2 de cada submenú del canal, puede visualizar y configurar la atenuación de la sonda del canal presionando la tecla programable F1. Aparece un menú desplegable con la selección de 1X, 10X y 100X.

3 Configure la escala de atenuación de la sonda de acuerdo con la sonda que use.

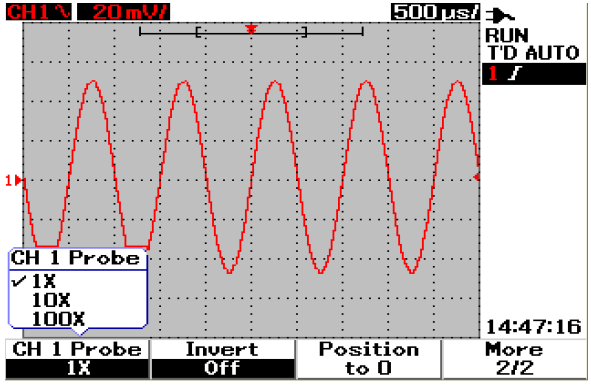


Figura 3-9 Configuración de escala de atenuación de la sonda

Control de inversión

El control de inversión invierte la forma de onda visualizada con respecto al nivel del suelo. El nivel de voltaje de la forma de onda se invierte como se muestra en la Figura 3-10. La posición de disparo vertical permanece inalterada después de la inversión, se necesita un reposicionamiento del disparo a fin de visualizar la señal invertida disparada.

Para invertir la forma de onda del canal 1, realice lo siguiente:

1 Vaya al menú individual del canal 1 y del canal 2 presionando el botón Scope.

2 En la página 2/2 de cada submenú del canal, puede encender o apagar el Control de inversión presionando la tecla programable F2. Vea las tres figuras siguientes para obtener una explicación detallada.

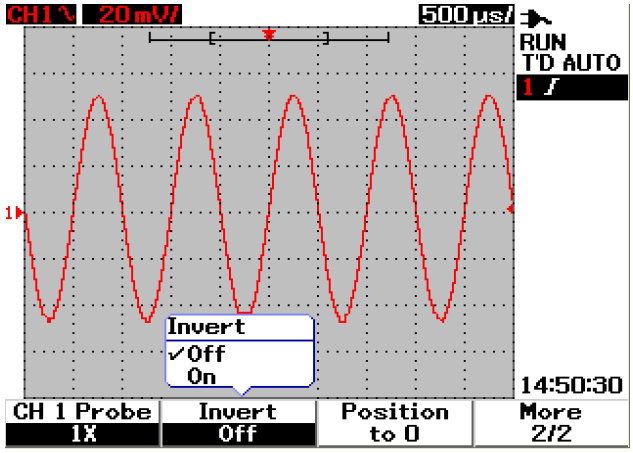


Figura 3-10 La forma de onda antes de la inversión.

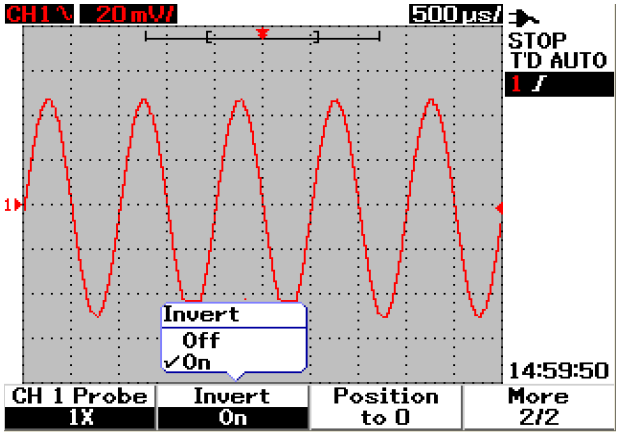


Figura 3-11 La forma de onda después de la inversión

NOTA La función Invert no afecta al disparador. Si se configura el instrumento para disparar en un borde ascendente, permanece configurado para dispararse en el mismo borde y en el mismo punto en la forma de onda después de invertir el canal.

Controles horizontales

Todas las formas de onda comparten la misma base de tiempo, el instrumento muestra únicamente un valor tiempo/div para ambos canales en el ángulo superior derecho de la línea de estado. Los controles horizontales pueden cambiar la escala horizontal y la posición de las formas de onda. El centro horizontal de la pantalla es la referencia de tiempo para las formas de onda. El cambio de la escala horizontal ocasiona la expansión o contracción de la onda de forma alrededor del punto de referencia de tiempo. El control horizontal cambia la posición del punto de disparo en relación con el centro de la pantalla.

Configuración del sistema vertical

Para cambiar el factor de escala horizontal

La escala horizontal se aplica a ambos canales incluida la forma de onda matemática.

Para cambiar el factor de escala horizontal, puede utilizar el botón

para escalar la configuración de la base de tiempo hacia arriba o hacia abajo. Presione el lado izquierdo del botón (con indicador s) para escalar hacia arriba el factor de escala de tiempo y presione el lado derecho del botón (con indicador ns) para escalar hacia abajo. El valor hora/div se muestra en la línea de estado (consulte “Visión general de la pantalla del osciloscopio 24”) como se muestra en la Figura 3-12.

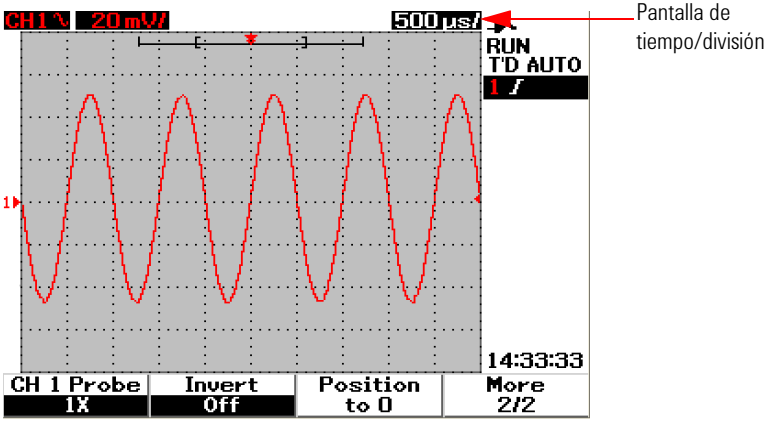


Figura 3-12 Pantalla de tiempo/div en línea de estado

NOTA El factor de escala horizontal cambia la velocidad de barrido en una secuencia de pasos 1-2-5.

Para configurar el retraso de las formas de onda

La posición de referencia de tiempo fija la posición inicial del evento disparador dentro de la memoria de adquisición donde el retraso se fija en 0. La configuración de retraso fija la ubicación específica del evento disparador con respecto a la posición de referencia de tiempo. Gire el interruptor para mover el indicador del punto de disparo ↓ a la izquierda o a la derecha del indicador de referencia de tiempo ▼ . Cuando el tiempo de retraso está fijado en cero, el indicador de tiempo de retraso se superpone al indicador de referencia de tiempo.

Para fijar el retraso de una forma de onda, siga las instrucciones a continuación:

1. Ingrese al menú Scope presionando el botón [Scope].
2. Allí, presione F3 para acceder al submenú Delay.
3. En la página1/2, presione la tecla programable F1 para activar el ajuste de la base de tiempo de la forma de onda. Gire el interruptor hacia la derecha para mover la forma de onda a la dirección positiva (lado derecho del punto de disparo) y hacia la izquierda para mover la forma de onda a la dirección negativa (lado izquierdo del punto de disparo).
4. Mientras gira el interruptor, notará que el valor de tiempo correspondiente aparece en la columna del encabezado Time.

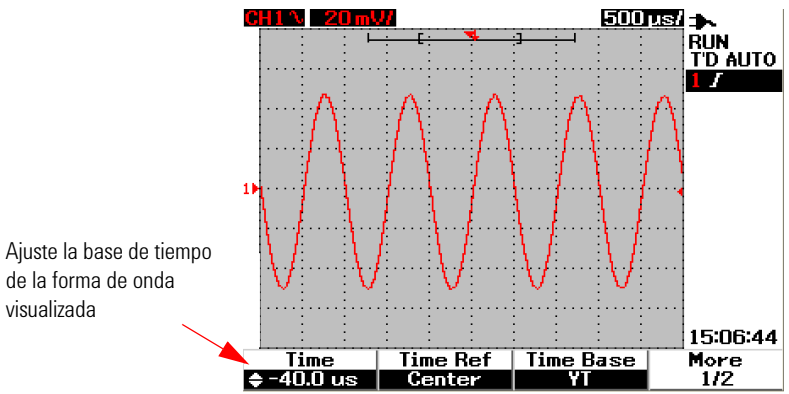


Figura 3-13 Cambio de la base de tiempo de una forma de onda

NOTA

Observe que la velocidad de barrido se fija en una secuencia de 1 paso de división con el indicador ▶▶ en el ángulo derecho en el área de la forma de onda (consulte "Visión general de la pantalla del osciloscopio 24").

Encienda la escala de vernier presionando el control giratorio una vez. Observará que el indicador ▶▶ desaparece y ahora puede mover la velocidad de barrido de poco.

Para cambiar el indicador de punto de disparo

La referencia de tiempo ▼ es el punto de referencia en la pantalla para el tiempo de retraso. Para mover el indicador del punto de disparo desde la referencia de tiempo, realice lo siguiente:

1. Ingrese al menú Scope presionando el botón Scope.
2. Allí, presione F3 para acceder al submenú Delay.
3. En la página 1/2, presione la tecla programable F2 para mostrar un menú desplegable para las siguientes selecciones:

- Left (10% de la escala horizontal total)
- Right (50% de la escala horizontal total)
- Center (90% de la escala horizontal total)

Todos los eventos visualizados a la izquierda del punto de disparo se denominan información pre-disparo porque suceden antes del disparo. Todos los eventos a la derecha del punto de disparo, que se miden después del punto de disparo, se denominan información pos-disparo. La cantidad de rango de retraso (información pre-disparo y pos-disparo) está disponible según la velocidad de barrido seleccionada y la profundidad de la memoria.

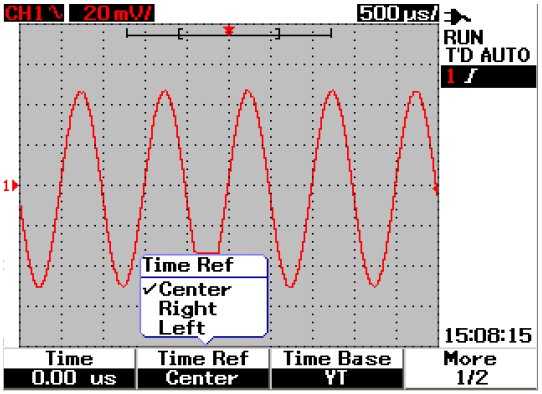


Figura 3-14 Seleccionar referencia de tiempo

Funciones del modo horizontal

Modo base de tiempo

Este instrumento ofrece dos tipos de formato de base de tiempo:

- YT
- XY

El formato YT hace referencia a la pantalla común voltios-versus-tiempo, es decir, el formato predeterminado para este instrumento. En este formato, la amplitud se grafica en el eje Y vertical y el tiempo se grafica en el eje Y horizontal.

El formato XY cambia la pantalla de voltios-versus-tiempo a una pantalla voltios-versus-voltios. La amplitud del canal 1 se grafica en el eje X horizontal y la amplitud del canal 2 se grafica en el eje Y vertical. La base de tiempo está apagada. Utilice los cursores para realizar mediciones en formas de onda en modo XY.

Este modo XY sirve para comparar los niveles de voltaje de dos formas de onda punto por punto y estudia la frecuencia y las relaciones de fase entre las mismas. Para activar el modo XY, siga las instrucciones a continuación:

1 Ingrese al menú Scope presionando el botón Scope.

2 Allí, presione F3 para acceder al submenú Delay.

3 En la página 1/2, presione la tecla programable F3 para mostrar un menú desplegable para las selecciones de base de tiempo YT y XY.

4 Seleccione el formato XY para la pantalla de voltios-versus-tiempo o el formato XY para una pantalla voltios-versus-voltios.

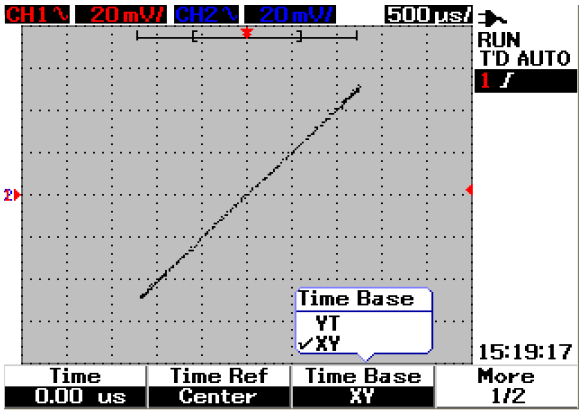


Figura 3-15 pantalla de formato XY

Modo Main / Zoom

El modo Main es el modo normal de visualización del instrumento. Puede utilizar la función Main para volver a la vista antes de la ampliación, donde el factor de escala horizontal entonces volvería a su nivel original.

La función Zoom amplía la vista de la ventana principal de la forma de onda para permitir al usuario un análisis más exhaustivo de la forma de onda. Para activar esta función de acercamiento, debe fijarse una ventana de zoom antes de la ampliación del área de forma de onda de destino. Consulte las instrucciones a continuación:

1 Ingrese al menú Scope presionando el botón Scope.

2 Allí, presione F3 para acceder al submenú Delay.

3 En la página 2/2, presione la tecla programable F2 para activar la ventana. Esta ventana se utiliza para seleccionar una ventana de zoom en una forma de onda. El apagado de la función Window elimina la barra de selección del área de zoom de la pantalla.

4 Gire el interruptor hacia la derecha para ampliar el área de zoom desde el centro de la ventana. Presione F1 para ampliar la forma de onda en el área de zoom de destino. Consulte las figuras a continuación para obtener referencia de la función de acercamiento de la forma de onda.

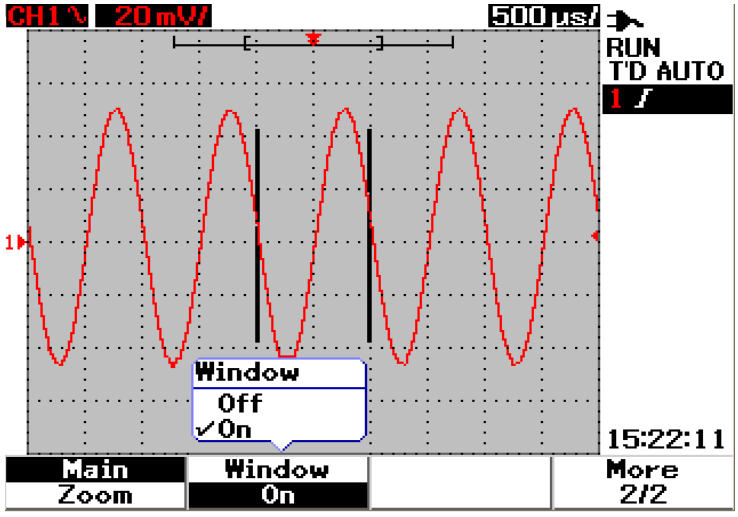


Figura 3-16 Cuando se activa la función Window aparece una barra de selección del área de zoom en el centro de la pantalla. Ajuste el control giratorio hacia la derecha para ampliar el área del zoom.

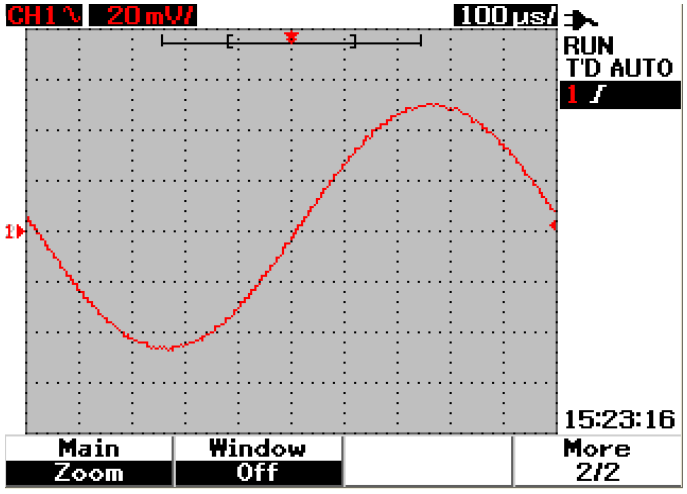


Figura 3-17 Presione F1 para activar la función de acercamiento

NOTA

- La función Zoom sólo se aplica en el Modo Run y NO en el Modo Stop.
- Si se selecciona la función Main durante el modo Zoom, la pantalla volverá a su vista anterior antes de la ampliación.

Modo Roll

El modo Roll funciona en una configuración de base de tiempo de 50 ms/div o más lenta. Este modo Roll hace que la forma de onda se mueva lentamente a través de la pantalla de derecha a izquierda. Si se selecciona el modo Roll, no se puede realizar un disparo, y el osciloscopio adquiere los datos de manera continua en modo de disparo automático. El modo Roll se utiliza en la forma de onda de baja frecuencia para generar una imagen en forma similar a un registro de diagrama de barras que permite que la forma de onda se deslice a través de la pantalla.

Para habilitar el modo de disparo en una base de tiempo de 50ms/div o más lenta, vaya a Usuario > Adquirir > Roll,Trig y seleccione la opción Disparo para ingresar en el modo de disparo en vez de en el modo Roll. Esto permite realizar disparos en las bases de tiempo especificadas.

NOTA

Las funciones de desplazamiento y expansión no están disponibles en la configuración de base de tiempo de 50 ms/div o más lenta, y 125 ns/div o más rápida.

Controles de Disparador

La función Trigger se aplica únicamente para las funciones de medición del osciloscopio. El disparador determina cuándo el osciloscopio comienza a adquirir datos y mostrar una forma de onda. El control Trigger le permite sincronizar la pantalla con la actividad del circuito que se prueba definiendo una condición de disparo. Esta función de disparador de señal obtiene una imagen estable y representativa de la señal a partir de una señal inestable.

Modos de Disparos

Los modos de disparos afectan la forma en la que el instrumento busca el disparador. El evento disparador divide la memoria de adquisición en una memoria búfer pre-disparador y pos-disparador. La posición del evento disparador en la memoria de adquisición se define por el punto de referencia de tiempo y la configuración de retraso.

Para seleccionar el modo disparador, realice lo siguiente:

1. El modo de disparo predeterminado es Auto. Mantenga presionado el botón [Trigger] en el panel frontal para seleccionar el modo de disparo Normal.
2. Para seleccionar el modo de disparo Individual, mantenga presionado el botón [Trigger] nuevamente.
3. Mantenga presionado el botón [Trigger] para volver al modo de disparo Auto.

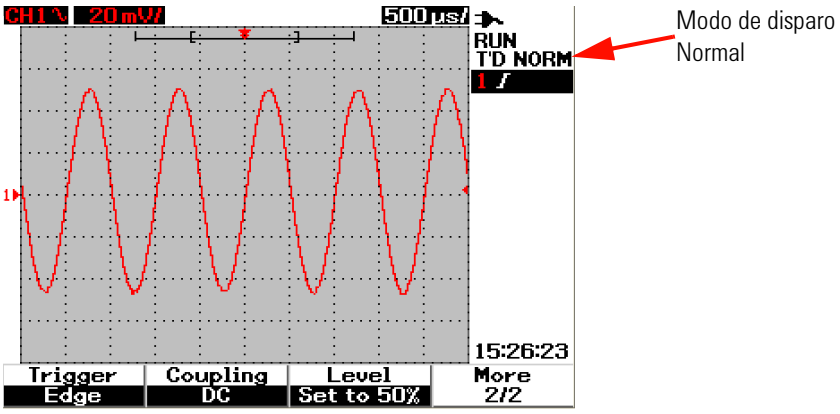


Figura 3-18 Modo de disparo Normal

Modo de disparo Auto

El modo de disparo Auto muestra una forma de onda cuando se cumplen las condiciones de disparo. Si no se cumplen estas condiciones, obliga al instrumento a disparar.

En el modo de disparo Auto, el instrumento funciona llenando en primer lugar la memoria búfer pre-disparo. Los datos continúan fluyendo a través de esta memoria búfer al tiempo que buscan un disparador y actualizan la memoria búfer pre-disparo. Después de encontrar un disparo, la memoria búfer pre-disparo contendrá los eventos que se producen justo antes del disparo. Si no se encuentra un disparo, el instrumento genera uno y muestra los datos como si este se hubiese producido. El indicador del modo y estado del disparador se muestran en la línea de estado en la columna derecha de la pantalla (consulte “Visión general de la pantalla del osciloscopio 24”).

Modo de disparo Normal

El modo normal muestra una forma de onda cuando se cumplen las condiciones de disparo; de lo contrario, el instrumento no se dispara y no se actualiza la pantalla. Si presiona RUN cuando el instrumento está en modo de disparo Normal, debe detectarse un disparo antes de poder completar una adquisición.

En modo de disparo Normal, el instrumento debe llenar primero la memoria búfer pre-disparo con datos antes de comenzar a buscar un evento de disparo. Mientras busca el disparo, el instrumento actualiza la memoria búfer pre-disparo. Después de encontrar un disparo, el osciloscopio llenará la memoria búfer pos-disparo y mostrará la memoria de adquisición.

En muchos casos, no se necesita una visualización del disparo para comprobar los niveles o la actividad de la señal. Para estas aplicaciones, utilice el modo de disparo Auto (configuración predeterminada). Use el modo de disparo Normal sólo si desea adquirir eventos específicos según lo especifique la configuración de disparo.

Modo de disparo Individual

Cuando seleccione el modo de disparo Individual, el instrumento llenará la memoria búfer pre-disparo. Los datos continúan fluyendo a través de la memoria búfer pre-disparo hasta que el disparador automático reemplace la búsqueda y fuerce un disparo. Al final del trazo, el instrumento se detendrá y mostrará los resultados.

Tipos de disparo

Puede utilizar cualquier canal de entrada como fuente para todos los tipos de disparo. Este instrumento ofrece cuatro tipos de disparo: borde, pulso, patrón y video. Para activar el control de disparo, efectúe lo siguiente:

1 Presione el botón Trigger en el panel frontal para acceder al menú Trigger type.

2 Puede elegir los tipos de disparo presionando la tecla programable F1 (Trigger) hasta que vea un menú desplegable con las siguientes selecciones de tipo de disparo:

- Edge Trigger
- Pulse Trigger
- Pattern Trigger
- Video Trigger

Edge Trigger

El tipo de disparo Edge identifica un disparo buscando un borde (pendiente) y nivel de voltaje específicos en una forma de onda. El disparo Edge puede utilizarse para circuitos análogos y digitales. Puede definir la fuente, el acoplamiento, el nivel y la pendiente de disparo en este menú. La pendiente controla la señal que se disparará en el borde ascendente o descendente de una forma de onda. El control de nivel determina el punto de voltaje en la forma de onda donde se produce el disparo y puede configurarse en el borde ascendente o descendente. El tipo, la fuente y el nivel de disparo se muestran en el menú de tecla programable en la pantalla.

Para configurar este disparo, realice lo siguiente:

1 Presione el botón Trigger en el panel frontal para acceder al menú Trigger type.

2 Presione F1 para seleccionar el tipo el disparo de la lista desplegable.

3 Aparece el submenú correspondiente simultáneamente después de la selección.

4 El submenú incluye:

- **Source**

  Presione F2 en la página 1/2 para seleccionar el origen del canal para el disparo. El canal que seleccione se muestra en la línea de estado de disparo a la derecha de la pantalla.

- **Slope**

  Presione F3 en la página 1/2 para seleccionar borde ascendente o borde descendente . La pendiente seleccionada se muestra en la línea de estado del disparo a la derecha de la pantalla.

- **Coupling**

  Presione F2 en la página 2/2 para seleccionar el acoplamiento de disparo:

  - El acoplamiento de **CC** permite que las señales de CC y CA atraviesen la ruta del disparo.
  - El acoplamiento de **CA** permite que las señales de CA atraviesen la ruta del disparo y filtren el voltaje de compensación de CC desde la forma de onda de disparo. La frecuencia de corte del acoplamiento es menor a 1 Hz. El acoplamiento de CA se utiliza para obtener un disparo de borde estable cuando la forma de onda posee una gran compensación de CC.
  - El acoplamiento de **HF Rejection** coloca un filtro de paso bajo de 50 kHz en la ruta del disparo para eliminar los componentes de alta frecuencia de la forma de onda del disparo. HF-Rej se utiliza para observar las señales de frecuencia baja a la vez que se elimina el ruido de frecuencia alta de la ruta del disparo.
  - El acoplamiento de **LF Rejection** coloca un filtro de paso alto de 30kHz en serie con la forma de onda del disparo para eliminar todo componente de baja frecuencia no deseado de la forma de onda del disparo. Este LF-Rej se utiliza para obtener un disparo de borde estable cuando su forma de onda contiene ruido de frecuencia baja.
  - El acoplamiento de **Noise Rejection** es tres veces los límites acoplados de CC. Noise-Rej proporciona histéresis adicional al circuito del disparador.

- **Level**

  Presione F3 en la página 2/2 para seleccionar los tipos de ajuste de nivel del disparador.

  - El nivel del disparador **Manual** le permite cambiar el nivel del disparador girando el interruptor. El valor del nivel del disparador se muestra en la columna Level.
  - El nivel del disparador **TTL** fija el nivel del disparador para reconocer la condición High/Low en una señal TTL automáticamente.

- El nivel del disparador **ECL** fija el nivel del disparador para reconocer la condición High/Low en una señal ETL automáticamente.
- El nivel del disparador **Set to 50%** fija el nivel del disparador al centro del valor High/Low de la forma de onda que se muestra actualmente. Esta configuración se utiliza cuando el nivel de disparo va más allá de la pantalla.

Pulse Trigger

El disparo de pulso configura el instrumento para que dispare en un pulso positivo o negativo de un ancho específico. Un disparo de pulso se produce cuando se encuentra un pulso en una forma de onda que coincide con la definición del pulso. Puede configurar el ancho del pulso con la función Condition en el submenú.

Para configurar el disparo de pulso, efectúe lo siguiente:

1 Presione el botón Trigger en el panel frontal para acceder al menú Trigger type.

2 Presione F1 para seleccionar el tipo el disparo de la lista desplegable.

3 Aparece el submenú correspondiente simultáneamente después de la selección.

4 El submenú incluye:

- **Source**

  Presione F2 en la página 1/2 para seleccionar la fuente del canal para el disparo. El canal que seleccione se muestra en la línea de estado de disparo a la derecha de la pantalla.

- **Level**

  Presione F3 en la página 1/2 para seleccionar los tipos de ajuste de nivel del disparador.

  - El nivel del disparador **Manual** le permite cambiar el nivel del disparador girando el interruptor. El valor del nivel del disparador se muestra en la columna Level.
  - El nivel del disparador **TTL** fija el nivel del disparador para reconocer la condición High/Low en una señal TTL automáticamente.
  - El nivel del disparador **ECL** fija el nivel del disparador para reconocer la condición High/Low en una señal ETL automáticamente.

- El nivel del disparador **Set to 50%** fija el nivel del disparador al centro del valor High/Low de la forma de onda que se muestra actualmente. Esta configuración se utiliza cuando el nivel de disparo va más allá de la pantalla.

- **Polarity**

  Presione F2 en la página 2/2 para seleccionar la polaridad positiva y negativa para el ancho de pulso que desee capturar. La polaridad del pulso seleccionado se muestra en la línea de estado del disparo.

  El pulso positivo disparará la transición alta a baja del pulso si la condición calificadora es verdadera. El pulso negativo disparará la transición baja a alta del pulso si la condición calificadora es verdadera.

- **Condition**

  Presione F3 en la página 2/2 para fijar el ancho de pulso y la condición calificadora. Puede fijar el ancho del pulso girando el interruptor. Hay 4 condiciones para su selección:

  - El calificador “less than” (<) fija el instrumento para disparar un ancho de pulso menor que el valor de tiempo.
  - El calificador “greater than” (>) fija el instrumento para disparar un ancho de pulso mayor que el valor de tiempo.
  - El “equal” (=) fija el instrumento para disparar un ancho de pulso equivalente al valor de tiempo.
  - El “not equal” (≠) fija el instrumento para disparar un ancho de pulso no equivalente al valor de tiempo.

Pattern Trigger

El disparo Pattern identifica una condición de disparo buscando un patrón específico. Este patrón es una combinación de puerta lógica de los canales. Cada canal puede tener un valor de alto (H) y bajo (L).

Para configurar el disparo de pulso, efectúe lo siguiente:

1. Presione el botón Trigger en el panel frontal para acceder al menú Trigger type.
2. Presione F1 para seleccionar el tipo el disparo de la lista desplegable.

3 Aparece el submenú correspondiente simultáneamente después de la selección.

El submenú incluye:

- **Input 1**

  Presione F2 en la página 1/3 para seleccionar la condición de Input 1 High o Low para canal 1 y canal 2.

- **Level**

  Presione F3 en la página 1/3 para seleccionar los tipos de ajuste de nivel del disparador para Input 1.

  - El nivel del disparador **Manual** le permite cambiar el nivel del disparador girando el interruptor. El valor del nivel del disparador se muestra en la columna Level.
  - El nivel del disparador **TTL** fija el nivel del disparador para reconocer la condición High/Low en una señal TTL automáticamente.
  - El nivel del disparador **ECL** fija el nivel del disparador para reconocer la condición High/Low en una señal ETL automáticamente.
  - El nivel del disparador **Set to 50%** fija el nivel del disparador al centro del valor High/Low de la forma de onda que se muestra actualmente. Esta configuración se utiliza cuando el nivel de disparo va más allá de la pantalla.

- **Input 2**

  Presione F2 en la página 2/3 para seleccionar la condición de Input 2 High o Low para canal 1 y canal 2.

- **Level**

  Presione F3 en la página 2/3 para seleccionar los tipos de ajuste de nivel del disparador para Input 2.

  - El nivel del disparador **Manual** le permite cambiar el nivel del disparador girando el interruptor. El valor del nivel del disparador se muestra en la columna Level.
  - El nivel del disparador **TTL** fija el nivel del disparador para reconocer la condición High/Low en una señal TTL automáticamente.

- El nivel del disparador **ECL** fija el nivel del disparador para reconocer la condición High/Low en una señal ETL automáticamente.
- El nivel del disparador **Set to 50%** fija el nivel del disparador al centro del valor High/Low de la forma de onda que se muestra actualmente. Esta configuración se utiliza cuando el nivel de disparo va más allá de la pantalla.

NOTA

La condición High fija el nivel de voltaje en un nivel de disparo mayor que el del canal.

La condición Low fija el nivel de voltaje en un nivel de disparo menor que el del canal.

- **Gate**

  Presione F2 en la página 3/3 para fijar la combinación de puerta lógica del canal.

- **Condition**

  Presione F3 en la página 3/3 para fijar el ancho de pulso y la condición calificadora. Puede fijar el ancho del pulso girando el interruptor. Hay 4 condiciones para su selección:

  - El calificador “less than” (<) fija el instrumento para disparar un ancho de pulso menor que el valor de tiempo.
  - El calificador “greater than” (>) fija el instrumento para disparar un ancho de pulso mayor que el valor de tiempo.
  - El “equal” (=) fija el instrumento para disparar un ancho de pulso equivalente al valor de tiempo.
  - El “not equal” (≠) fija el instrumento para disparar un ancho de pulso no equivalente al valor de tiempo.

Video Trigger

El disparo Video se utiliza para disparar en campos o líneas de formas de onda de video estándar NTSC, PAL o SECAM. Puede fijar el instrumento para disparar en un campo par o impar.

Para configurar el disparo de video, efectúe lo siguiente:

1 Presione el botón Trigger en el panel frontal para acceder al menú Trigger type.

2 Presione F1 para seleccionar el tipo el disparo de la lista desplegable.

3 Aparece el submenú correspondiente simultáneamente después de la selección.

El submenú incluye:

- **Estándar**

  Presione F2 en la página 1/2 para seleccionar la forma de onda de video estándar: 625/PAL, SECAM o 525/NTSC.

- **Source**

  Presione F3 en la página 1/ 2 para seleccionar una condición de forma de onda normal o invertida del canal 1 y del canal 2.

- **Even/Odd**

  Presione F2 en la página 2/2 para seleccionar la línea de señal de video que se disparará en un campo par o impar.

- **Line**

  Presione F3 en la página 2/2 para cambiar el número de línea en el campo seleccionado. Gire el interruptor para seleccionar el número de recuento deseado de 5 a 263.

Controles de forma de onda

El osciloscopio portátil de la serie U1600B ofrece una frecuencia de muestreo en tiempo real de hasta 200 MSa/s para un canal o 100 MSa/s para dos canales que operen simultáneamente. La frecuencia de muestreo equivalente es de hasta 2.5 GSa/s para señal repetitiva.

El muestreo en tiempo real puede utilizarse ya sea con señales repetitivas o señales de disparo único. Esto significa que la forma de onda se produce a partir de muestras reunidas durante un evento de disparo y todas las muestras de eventos de disparo anteriores se eliminan.

El muestreo equivalente es una técnica de adquisición utilizada únicamente con señales repetitivas. Con esta técnica, se mantienen las muestras de eventos de disparo anteriores. Esto significa que los eventos de disparo múltiple crean efectivamente la forma de onda.

Este instrumento proporciona el siguiente modo de adquisición:

- Modo de adquisición Normal
- Modo de adquisición Average
- Modo de adquisición de Peak Detect

Para seleccionar un modo de adquisición, siga las instrucciones a continuación:

1. Presione el botón User en el panel frontal para acceder al menú User.
2. Presione F2 para acceder al submenú Acquire.
3. Presione F1 para convocar un menú desplegable para la selección de los tres modos de adquisición.

Modo de adquisición Normal

El modo de adquisición Normal se utiliza para la mayoría de las formas de onda con decimales normales y sin promedio. Este modo brinda la mejor imagen para la mayoría de las formas de onda.

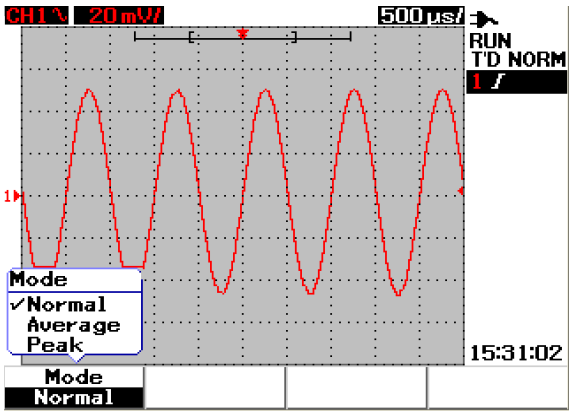


Figura 3-19 Modo de adquisición Normal

Modo de adquisición Average

El modo de adquisición Average se utiliza para reducir el ruido aleatorio y aumentar la resolución vertical al promediar las adquisiciones múltiples. Al cambiar el número promedio de 2 a 256 en incrementos de potencia de 2, puede mejorar la exactitud de la medición. Un número más alto de promedios produce una forma de onda más clara y disminuye la sensibilidad de los cambios en la señal. Para cambiar el número promedio, gire el interruptor para seleccionarlo para la adquisición de forma de onda.

NOTA Cuanto más alto es el número de promedios, más lenta es la respuesta para cambiar la forma de onda.

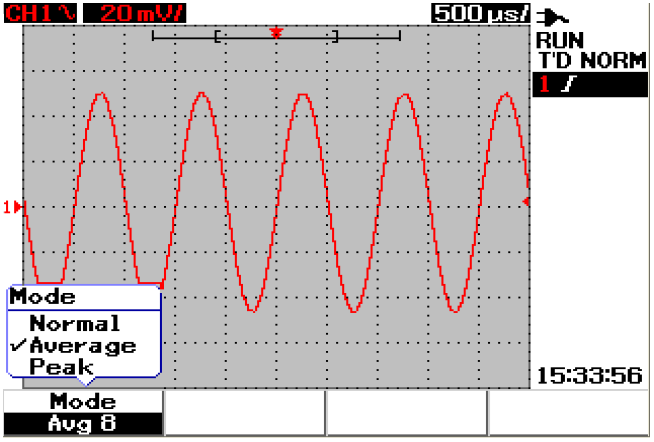


Figura 3-20 Modo de adquisición Average

Modo Peak Detection

El modo Peak Detection de pico captura los valores máximo y mínimo de la señal de muestreo en la adquisición múltiple. Esto es útil para verificar la designación de la forma de onda visualizada.

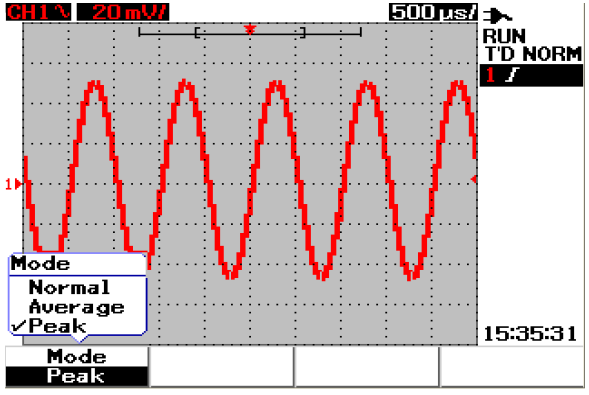


Figura 3-21 Modo Peak Detection

Controles de visualización

Tipos de visualización

Este instrumento proporciona selecciones alternativas para tipos de visualización de vectores y puntos. El tipo de visualización de vectores es una conexión de puntos y provee formas de ondas más realistas en comparación con el tipo de visualización de puntos. Permite visualizar bordes pronunciados en una forma de onda, especialmente ondas cuadradas. El tipo de visualización de vectores se configura como tipo de visualización predeterminada y detalle sutil de formas de ondas complejas.

Para seleccionar los tipos de visualización, siga la instrucción a continuación:

1 Presione el botón User en el panel frontal para acceder al menú User.

2 Presione F1 para acceder al submenú Display.

3 Presione F1 en la página 1/2 del submenú Display para seleccionar el tipo de visualización de un menú desplegable.

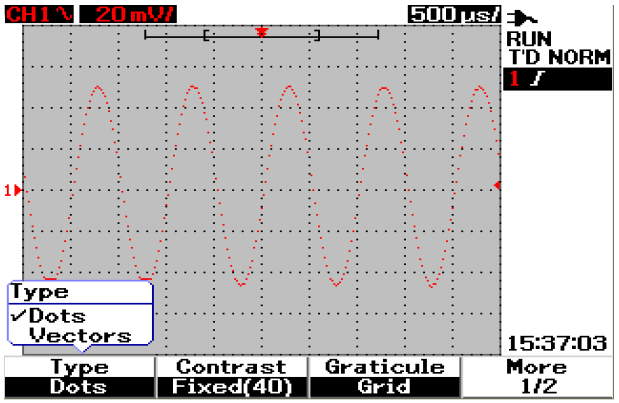


Figura 3-22 Tipo de visualización de puntos

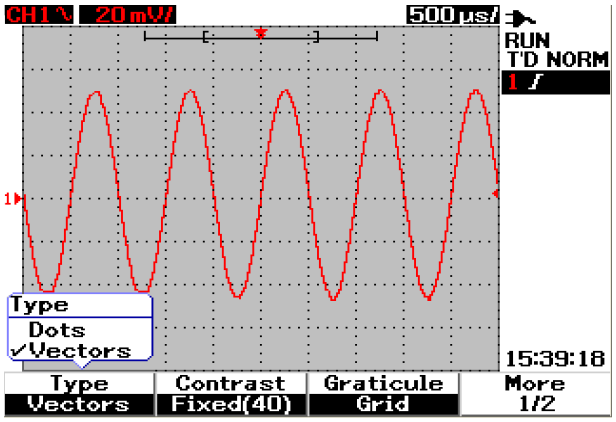


Figura 3-23 Tipo de visualización de vectores

Contraste de la pantalla

Se le permite retocar el contraste de la pantalla para obtener una mejor vista de la pantalla. Para ajustar el contraste de la pantalla, efectúe lo siguiente:

1. Presione el botón User en el panel frontal para acceder al menú User.
2. Presione F1 para acceder al submenú Display.
3. Presione F2 en la página 1/2 del submenú Display para activar la configuración de contraste de la pantalla.
4. Gire el interruptor hacia la derecha para reducir el brillo de la pantalla y viceversa.
5. Presione F2 nuevamente para fijar el valor de contraste.

Graticule

Este instrumento proporciona cuatro tipos de selecciones de visualización de cuadrícula. Puede seleccionar diferentes formas de cuadrícula para la sección de forma de onda. Para seleccionar la cuadrícula de la pantalla, siga las instrucciones a continuación:

1 Presione el botón User en el panel frontal para acceder al menú User.

2 Presione F1 para acceder al submenú Display.

3 Presione F3 en la página 1/2 del submenú Display para seleccionar una de las siguientes cuadrículas:

- Full : 10 × 8 líneas incluida la cuadrícula
- Cross Hair : cruz + líneas nítidas
- Grid : 10 × 8 líneas
- Frames : Líneas de los bordes exteriores

Persistence

Infinite persistence actualiza la pantalla con las nuevas adquisiciones, pero no borra los resultados de las adquisiciones anteriores. Las nuevas adquisiciones se muestran en el color de la línea de señal del canal respectivo en tanto que las adquisiciones anteriores se muestran en un color más tenue. Puede utilizar esta función de persistencia infinita con los siguientes fines:

- medir ruido e inestabilidad
- observar el peor caso de una forma de onda variable
- buscar violaciones de tiempo
- capturar eventos que se producen con irregularidad

Para configurar la persistencia infinita, siga las instrucciones a continuación:

1 Presione el botón User en el panel frontal para acceder al menú User.

2 Presione F1 para acceder al submenú Display.

3 Presione F1 en la página 2/2 para activar la función de persistencia infinita. Apague la persistencia presionando F1 nuevamente.

4 Presione F2 en la página 2/2 para eliminar y borrar adquisiciones anteriores y reiniciar la acumulación de adquisiciones.

Medición automática

El osciloscopio digital portátil de la serie U1600B ofrece hasta 22 mediciones automáticas en cuatro pantallas de medición en la línea de medición (consulte "Visión general de la pantalla del osciloscopio 24") a la derecha de la pantalla. Puede visualizar cualquiera de los cuatro tipos diferentes de medición automática simultáneamente. Los 22 tipos de medición automática incluyen:

Time Measurements

- +Duty
- –Duty
- Frequency
- Period
- Rise Time
- Fall Time
- +Width
- –Width

Mediciones de voltaje

- Mean
- Cycle mean
- Amplitude
- Base
- Maximum
- Minimum
- Peak-to-peak
- RMS
- Top

Phase y Delay

- Phase
- Delay

Preshoot y Overshoot

- Preshoot
- +Overshoot
- –Overshoot

Para realizar mediciones automáticas

Puede utilizar las mediciones automáticas para ambos canales. Pueden mostrarse simultáneamente los resultados de hasta cuatro mediciones en la línea de medición dedicada. Para activar la medición automática, siga las instrucciones a continuación:

1. Presione Measure para acceder al menú Measure.
2. Observe que pueden seleccionarse cuatro archivos de medición entre los 22 tipos de medición automática. Presione la tecla programable para activar el archivo de medición correspondiente.
3. Gire el interruptor para seleccionar el tipo de medición automática.
4. Presione el control giratorio para fijar el tipo de medición automática seleccionado. Los resultados de la medición para ambos canales se muestran en la línea de medición al mismo tiempo.
5. Repita los mismos pasos para seleccionar mediciones para los otros tres archivos de medición.
6. Para desactivar el archivo de medición, gire el interruptor para el archivo respectivo hasta que vea “Off” en la lista. Presione el control giratorio para apagarlo.

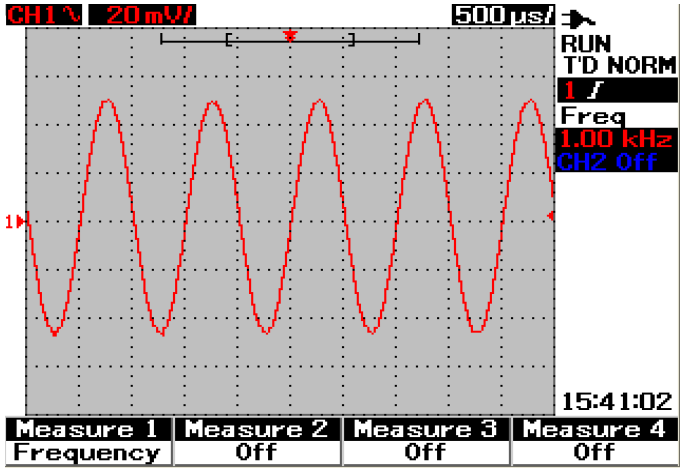


Figura 3-24 Seleccione la medición automática para el archivo Measure 1.

Mediciones automáticas de tiempo

+Duty

El ciclo de servicio positivo de una serie de pulsos repetitivos es la relación del ancho del pulso positivo con el período, expresado en porcentaje.

$$+\text{Duty cycle} = \frac{+\text{Width} \times 100}{\text{Period}}$$

–Duty

El ciclo de servicio negativo de una serie de pulsos repetitivos es la relación del ancho del pulso negativo con el período, expresado en porcentaje.

$$-\text{Duty cycle} = \frac{-\text{Width} \times 100}{\text{Period}}$$

+Width

Este es el tiempo desde el límite medio del borde ascendente hasta el límite medio del borde descendente siguiente.

–Width

Este es el tiempo desde el límite medio del borde descendente hasta el límite medio del borde ascendente siguiente.

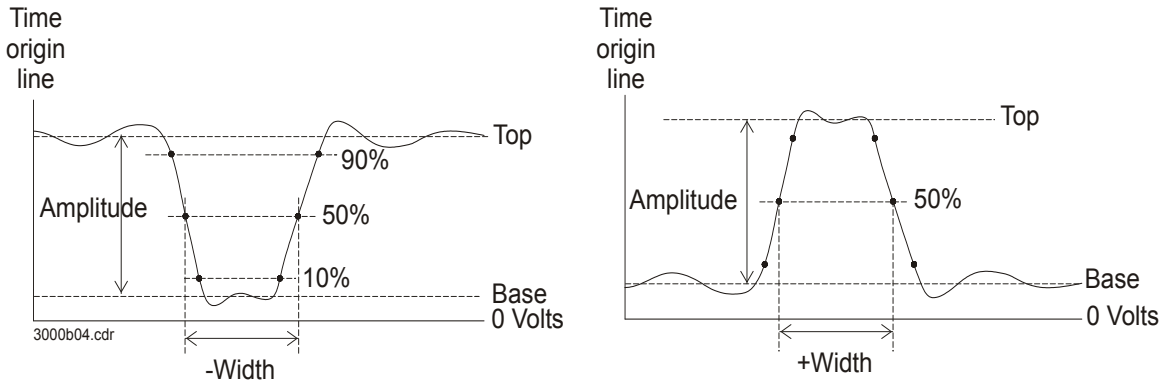


Figura 3-25 Mediciones +Width and –Width

Frequency

Se define a la frecuencia como 1/período y se utiliza para medir la frecuencia de una forma de onda.

Rise Time

El tiempo de ascenso de una señal es la diferencia de tiempo entre el cruce del límite inferior y el cruce del límite superior para un borde con dirección positiva.

Fall Time

El tiempo de descenso de una señal es la diferencia de tiempo entre el cruce del límite superior y el cruce del límite inferior para un borde con dirección negativa.

Period

Período es el período de tiempo del ciclo completo de forma de onda y se utiliza para medir el período de una forma de onda.

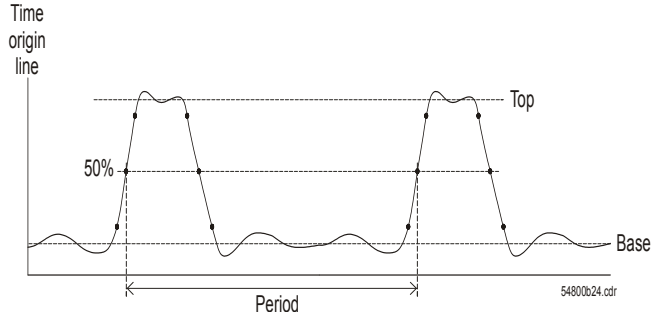


Figura 3-26 Medición del período

Mediciones automáticas del voltaje

Mean

El valor medio de una medición es el promedio estático de la medición.

Mean Cycle

El valor medio de una medición es el promedio estático de la medición en un período del ciclo.

Amplitude

La amplitud se define como la diferencia entre los valores Top y Base de la medición.

Top

La parte Superior de una forma de onda es el modo (valor más común) de la parte superior de una forma de onda. Si el modo no está bien definido, Top es igual a Maximum.

Base

La Base de una forma de onda es el modo (valor más común) de la parte inferior de una forma de onda. Si el modo no está bien definido, Base es igual a Minimun.

Maximum

Máximo es el valor más alto en la forma de onda.

Minimum

Mínimo es el valor más bajo en la forma de onda.

Peak-to-peak

Pico a pico se define como la diferencia entre los valores máximo y mínimo.

RMS

RMS (CC) es la raíz cuadrada media de la forma de onda durante uno o más períodos completos. Si se muestra menos de un período, el promedio de RMS (CC) se calcula con respecto al ancho completo de la pantalla.

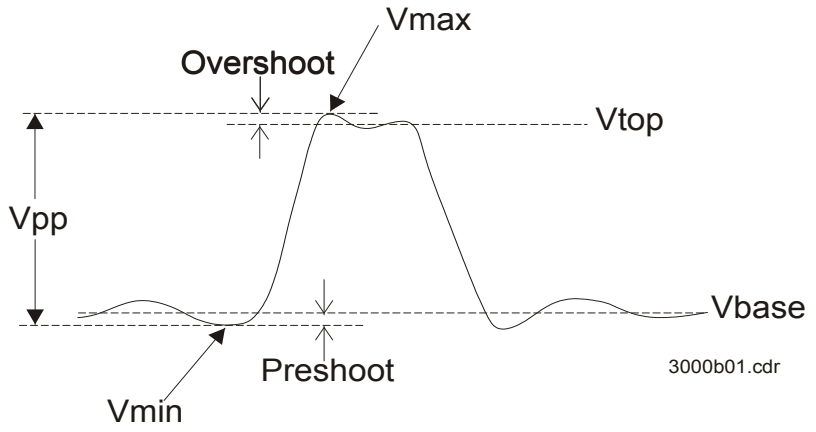


Figura 3-27 Mediciones de voltaje

Phase y Delay

Phase

Fase es el cambio de fase calculado desde la fuente de entrada 1 hasta la fuente de entrada 2, expresado en grados. Un valor negativo indica que el borde ascendente de la fuente 1 se produce después del borde ascendente de la fuente 2.

$$\text{Phase} = \frac{\text{Delay}}{\text{Período de origen 1}} \times 360$$

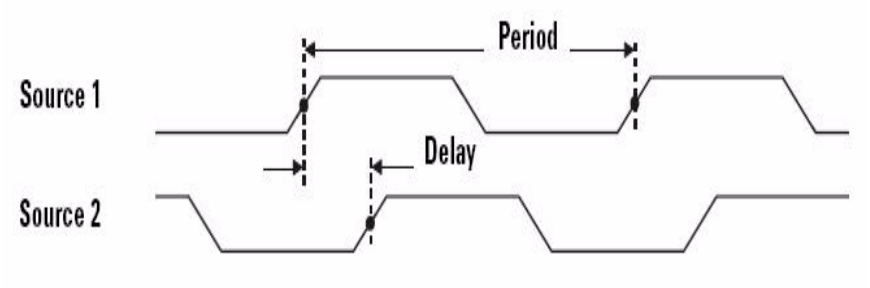


Figura 3-28 Medición de fase

Delay

Se define al retraso como la diferencia entre el borde seleccionado en el origen 1 y el borde seleccionado en el origen 2, donde el punto de referencia del disparo más cercano es los puntos del límite medio en las formas de onda. El retraso negativo indica que el borde seleccionado del origen 1 se produce después del borde seleccionado del origen 2.

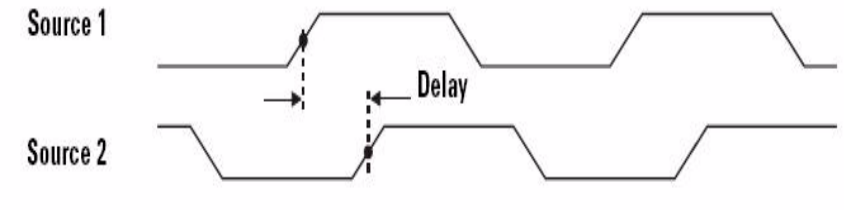


Figura 3-29 Medición del retraso

Preshoot y Overshoot

Preshoot

Preshoot es la distorsión que precede a una transición importante del borde expresada como un porcentaje de la amplitud (consulte la Figura 3-26).

$$\text{Preshoot de borde ascendente} = \frac{\text{Vbase} - \text{Vmin} \times 100}{\text{Amplitude}}$$

$$\text{Preshoot de borde descendente} = \frac{\text{Vmax} - \text{Vtop} \times 100}{\text{Amplitude}}$$

+Overshoot

Overshoot es la distorsión que sigue a una transición importante del borde expresada como un porcentaje de la amplitud (consulte la Figura 3-26).

$$\text{Overshoot de borde ascendente} = \frac{\text{Vmax} - \text{Vtop} \times 100}{\text{Amplitude}}$$

–Overshoot

Overshoot es la distorsión que sigue a una transición importante del borde expresada como un porcentaje de la amplitud (consulte la Figura 3-26).

$$\text{Overshoot de borde descendente} = \frac{\text{VBase} - \text{Vmin} \times 100}{\text{Amplitude}}$$

Controles de medición de cursor

La serie U1600B está equipado con la función de medición de cursor que le permite obtener una medición precisa y exacta en voltaje y base de tiempo en cualquier punto deseado de una forma de onda. El marcador del cursor horizontal indica el valor del eje X para la medición de la base de tiempo y el marcador del cursor vertical indica el valor del eje Y para la medición del voltaje.

Para realizar la medición del cursor, siga los pasos a continuación:

1 Mantenga presionado el botón Cursor Measure para acceder a la función de medición de cursor.

2 Presione F1 para activar y seleccionar el tipo de medición de cursor para el cursor X o Y.

3 Para desactivar esta función, presione F1.

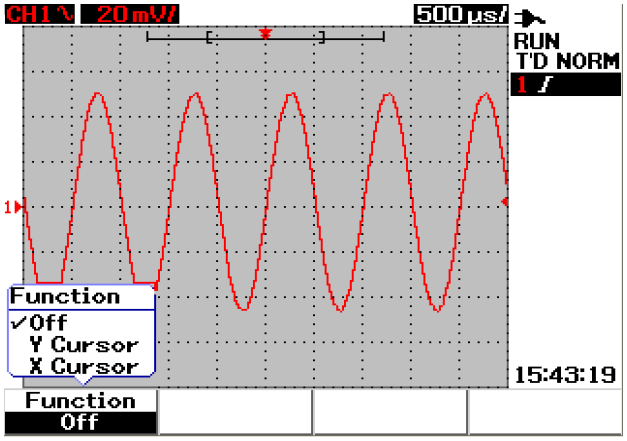


Figura 3-30 Menú de la medición del cursor

Medición del cursor X

La medición del cursor X coloca dos líneas verticales a través de la forma de onda visualizada para medir los valores (en voltios o amperes) y el tiempo relativo al punto de disparo. Puede seleccionar el modo del cursor para que esté en una línea de cursor única X1 o X2 o en combinación de líneas de cursor X1 y X2. La línea del cursor seleccionado se muestra como una línea vertical de guión largo en tanto que la línea del cursor no seleccionado se muestra como una línea vertical de guión corto.

El delta de X1 y X2 (Δ) se muestra en el ángulo superior derecho del área de la forma de onda. Las instrucciones a continuación lo guiarán en los pasos de configuración de medición del cursor X:

1. En la página del menú del cursor X, presione F2 para seleccionar el modo del cursor para que sea una línea de cursor única X1 o X2 o la combinación de las líneas de cursor X1 y X2 de un menú desplegable.
2. Gire el interruptor para ajustar las líneas de cursor X1 y X2. Si se seleccionan ambas líneas de cursor, ambas líneas se mueven en paralelo con el mismo valor delta de cursor X.
3. Presione F3 para visualizar el menú desplegable y seleccionar la fuente de canal que se medirá.
4. En la Figura 3-31, se seleccionan dos líneas de cursor – modo X1 y X2 -, donde se realiza la medición para la señal en el canal 1.

La medición de X1 es +16.00 mV en +500.0 µs.

La medición de X2 es -8.000 mV en –1.000 ms.

El delta de la medición de voltaje de X1 y X2 es +24.00 mV con una diferencia relativa de tiempo de +1.500 ms.

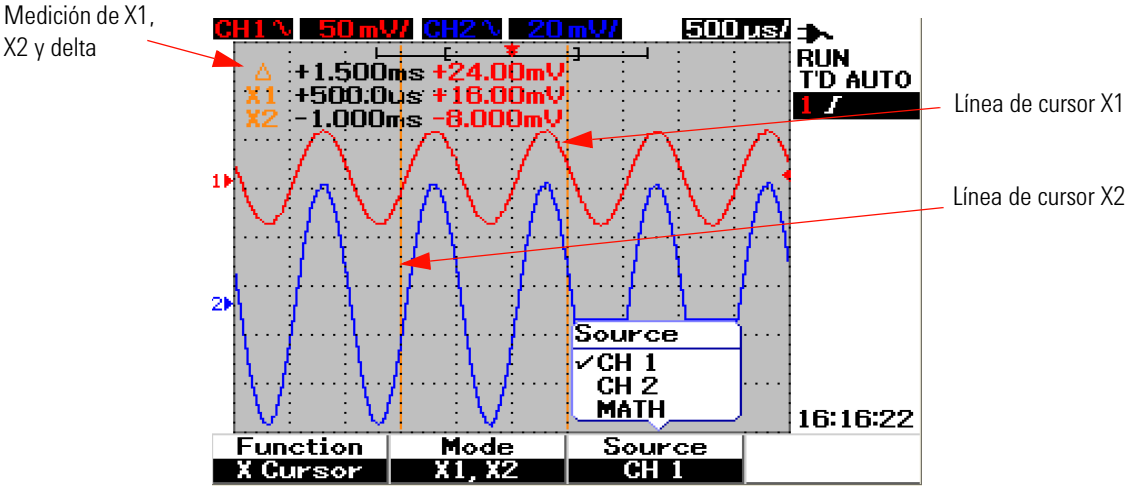


Figura 3-31 Medición del cursor X para la señal del canal 1 con líneas de cursor X1 y X2

5 En la Figura 3-32, la medición se realiza para la señal en el canal 2.

La medición de X1 es +11.20 mV en +500.0 µs.

La medición de X2 es -11.20 mV en –1.000 ms.

El delta de la medición de voltaje de X1 y X2 es +22.40 mV con una diferencia relativa de tiempo de +1.500 ms.

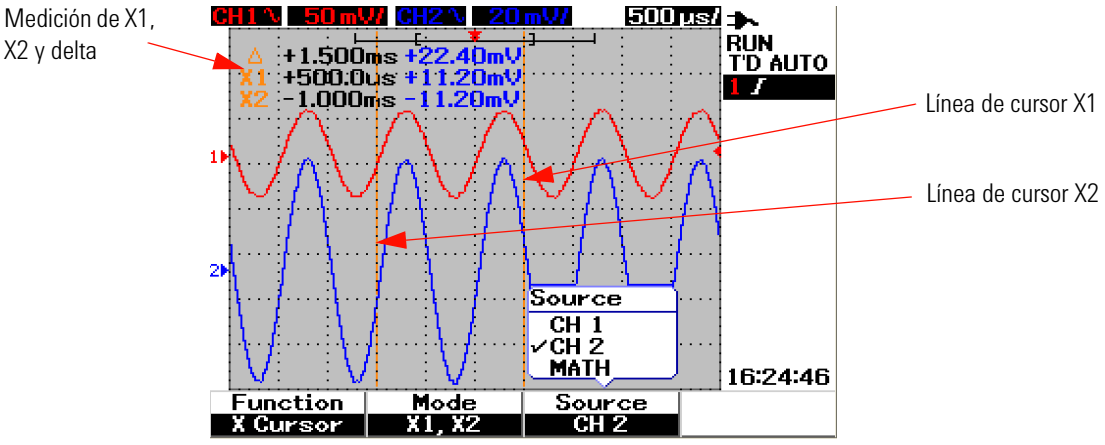


Figura 3-32 Medición del cursor X para la señal del canal 2 con líneas de cursor X1 y X2

6 En la Figura 3-33, se selecciona la función matemática.

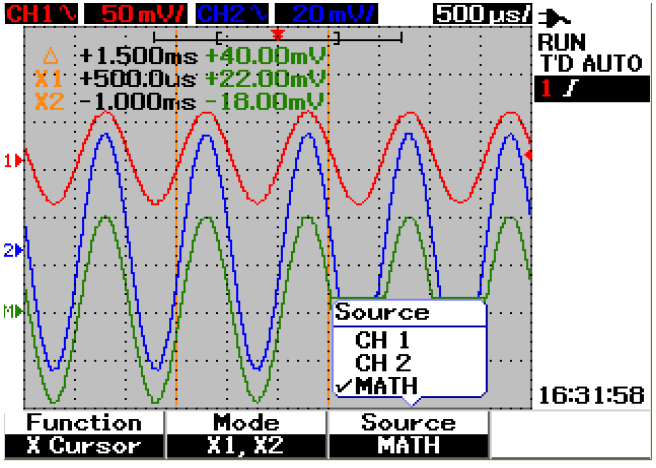


Figura 3-33 Funciones matemáticas para la medición del cursor X

Medición del cursor Y

La medición del cursor Y son dos líneas horizontales que pueden ajustarse verticalmente para medir voltios o amperes. Al igual que el cursor X, puede seleccionar el modo del cursor para que sea una línea de cursor única Y1 o Y2 o la combinación de líneas de cursor Y1 e Y2. La línea del cursor seleccionado se muestra como una línea vertical de guión largo en tanto que la línea del cursor no seleccionado se muestra como una línea vertical de guión corto.

Y1, Y2 y el delta de Y1 y Y2 (Δ) se muestran en el ángulo superior derecho del área de la forma de onda.

1. En la página del menú del cursor Y, presione F2 para seleccionar el modo del cursor para que sea una línea de cursor única Y1 o Y2 o la combinación de las líneas de cursor Y1 y Y2 de un menú desplegable.
2. Gire el interruptor para ajustar las líneas de cursor Y1 e Y2. Si se seleccionan ambas líneas de cursor, ambas líneas se mueven en paralelo con el mismo valor delta de Y.
3. Presione F3 para visualizar el menú desplegable y seleccionar la fuente de canal que se medirá.
4. En la Figura 3-34, se seleccionan dos líneas de cursor – modo Y1 e Y2 -, se realiza la medición para la señal en el canal 1.

La medición de Y1 es -154.00 mV.

La medición de Y2 es +22.00 mV.

El delta de la medición del voltaje de Y1 e Y2 es +176.00 mV.

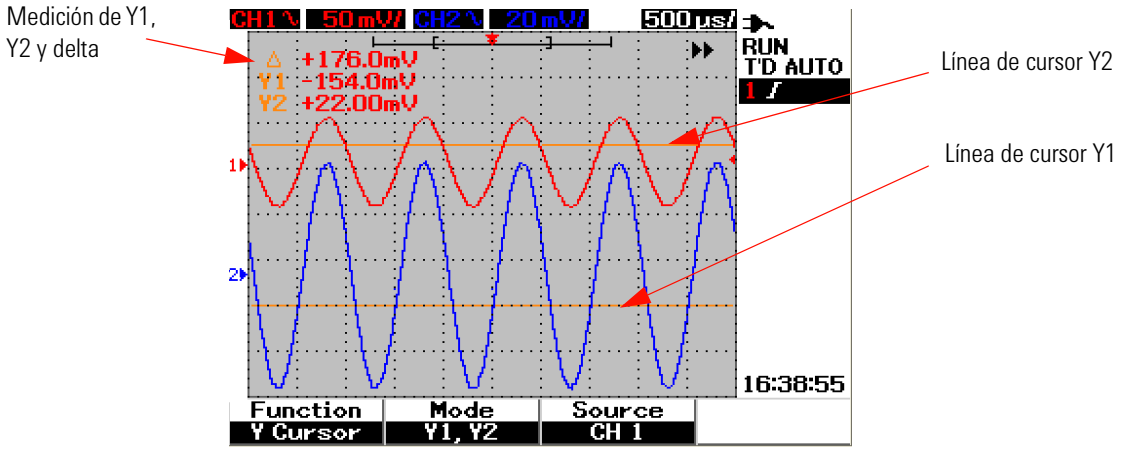


Figura 3-34 Medición del cursor Y para la señal del canal 1 con líneas de cursor Y1 e Y2

5 En la Figura 3-35, la medición se realiza para la señal en el canal 2.

La medición de Y1 es -13.60 mV.

La medición de Y2 es +56.80 mV.

El delta de la medición del voltaje de Y1 e Y2 es +70.40 mV.

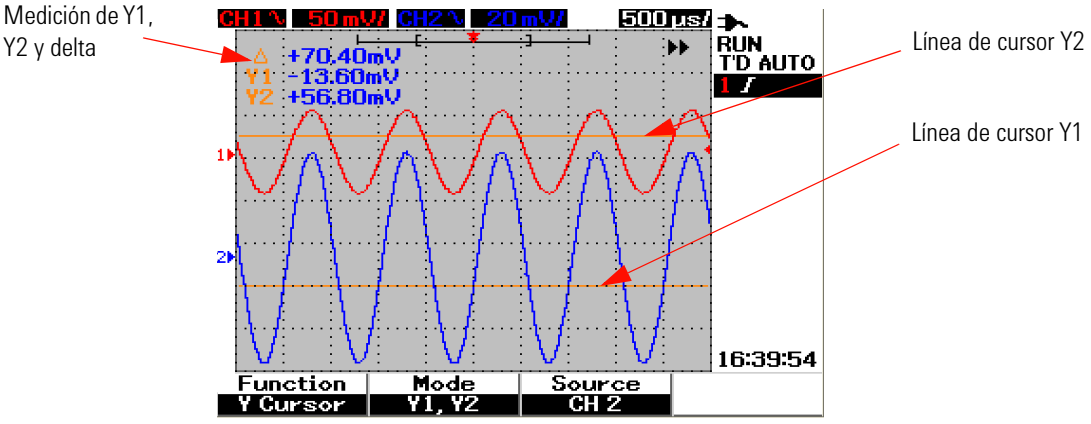


Figura 3-35 Medición del cursor Y para la señal del canal 2 con líneas de cursor X1 y X2

6 En la Figura 3-36, se selecciona la función matemática y se muestra el resultado en el ángulo superior derecho del área de visualización de la forma de onda.

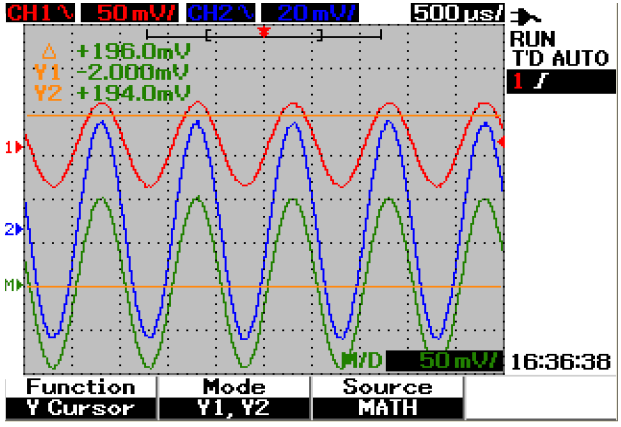


Figura 3-36 Función matemática para la medición del cursor Y

Control de funciones matemáticas

El control de funciones matemáticas le permite realizar las funciones matemáticas de adición, sustracción y FFT (Fast Fourier Transform) para el canal 1 y el canal 2. Se produce una nueva forma de onda matemática redundante y se muestra en la pantalla en tiempo real. Puede girar el interruptor para compensar la posición vertical de la forma de onda matemática en el modo menú Math para facilitar su observación.

Matemática de forma de onda doble — Adicionar, Sustraer

Para seleccionar las funciones matemáticas, siga las instrucciones a continuación:

1. Presione el botón User para acceder al menú User.
2. Presione F3 para acceder al menú de función Math.
3. En el submenú Math, presione F1 para seleccionar la matemática de la forma de onda doble (DWM) de un menú desplegable.
4. Para desactivar la función matemática, seleccione “off” con F1 para eliminar todos los datos matemáticos.
5. Después de seleccionar la DWM, el submenú de la función DWM solicita la selección de las funciones de adición y sustracción en F2.
   - CH1 + CH2
   - CH1 – CH2
   - CH2 – CH1

Add (CH1 + CH2)

Puede realizar la adición de las formas de onda del canal 1 y del canal 2 al presionar F2 para la selección de la función. Existe una posibilidad de que la forma de onda matemática superponga ambas formas de onda de canal, gire el interruptor para ajustar la posición vertical de la forma de onda matemática para facilitar la visualización y medición.

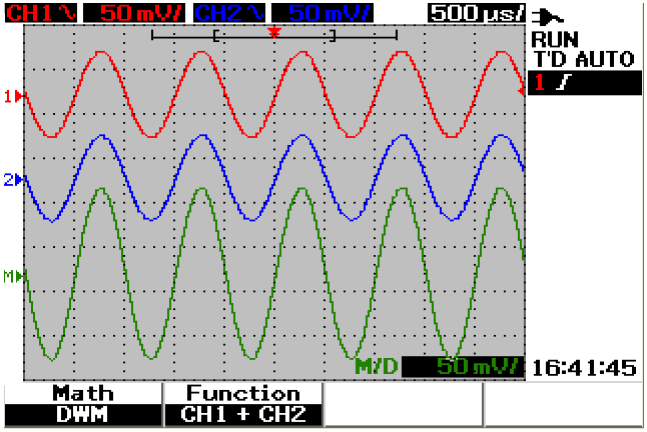


Figura 3-37 Adición de la función del canal 1 y del canal 2

Subtraction (CH1 – CH2, CH2 – CH1)

Cuando seleccione CH1 – CH2, los valores de voltaje del canal 2 se sustraen de los valores de voltaje del canal 1, punto por punto. De forma inversa, si se selecciona CH2 – CH1, los valores de voltaje del canal 1 se sustraen de los valores de voltaje del canal 1 y el resultado se muestra en forma de onda matemática. Esta función se utiliza para comparar dos formas de onda y efectuar una medición diferencial. Para ajustar la posición vertical matemática, gire el interruptor para compensar la posición.

NOTA Si las formas de onda del canal 1 y del canal 2 poseen factor de escala vertical diferente, la escala vertical de la forma de onda matemática se fija automáticamente en la sensibilidad más alta del factor de escala vertical.

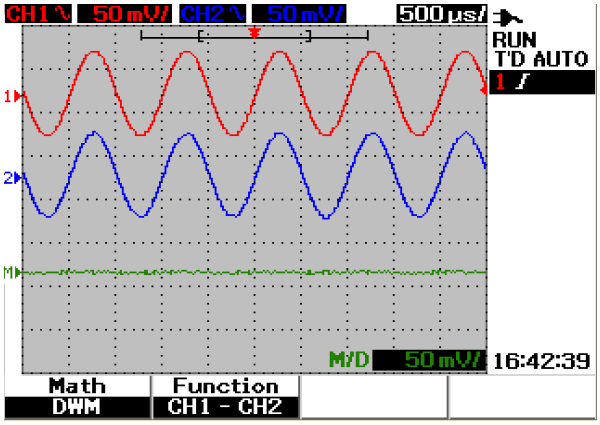


Figura 3-38 Señal de sustracción en el canal 2 del canal 1

FFT (Fast Fourier Transform)

La función matemática FFT convierte un forma de onda de dominio de tiempo en una forma de onda de dominio de frecuencia y la magnitud del espectro FFT se muestra en dBV. En otras palabras, la lectura del eje horizontal cambia de tiempo a frecuencia (Hertz) y el eje vertical cambia de voltios a decibeles (dB).

Las formas de onda FFT sirven para determinar el contenido y la distorsión armónicos en formas de ondas analógicas causados por la no linealidad del amplificador, por ruido característico en fuentes de energía de CC o para ajustar filtros analógicos.

NOTA La función FFT está disponible únicamente para el modelo U1604B.

Para realizar la medición de FFT, siga las instrucciones a continuación:

1. Presione el botón User para acceder al menú User.
2. Presione F3 para acceder al menú de función Math.
3. En el submenú Math, presione F1 para seleccionar la función FFT.
4. Después de seleccionar FFT, el submenú de la función FFT se muestra al mismo tiempo para la configuración de las propiedades de la función.

Source

Presione F2 para seleccionar el origen (canal 1 o canal 2) del FFT.

V Axis

Presione F3 para seleccionar el factor de escala vertical expresado en dB/div. Existen cuatro factores de escala para su selección:

- 1 dB
- 2 dB

- 5 dB
- 10 dB
- 20 dB

Window

Presione F4 para seleccionar cualquiera de las cuatro ventanas de FFT con la compensación respectiva entre resolución de frecuencia y exactitud de la amplitud. Consulte las pautas siguientes para seleccionar la mejor ventana según las características de la forma de onda fuente y sus prioridades de medición.

- **Rectangle**

  Esta ventana proporciona buena resolución de frecuencia y exactitud de la amplitud. Esta ventana es mejor para medir el ruido seudo-aleatorio, los impulsos, ráfagas senoidales y sinusoides en decadencia.

- **Hamming**

  Esta ventana proporciona mejor resolución de frecuencia pero menos exactitud de amplitud en comparación con Rectangle. La ventana Hamming posee una resolución de frecuencia levemente mejor que Hanning y es apta para medir senos, transitorios o ráfagas periódicos y asimétricos.

- **Hanning**

  Esta ventana es similar a la ventana Hamming, utilizada para realizar la medición exacta de la frecuencia o resolver dos frecuencias que están cercanas entre sí y efectúa aplicaciones similares a Hamming.

- **Blackman-Harris**

  Esta ventana proporciona la mejor resolución de amplitud, pero menos resolución de frecuencia en comparación con las otras tres ventanas. Esta ventana se utiliza normalmente para medir las formas de onda de frecuencia única para obtener una armonía más alta del orden.

NOTA Para reducir el componente de CC que potencialmente afecta los valores de la magnitud de la forma de onda FFT, seleccione el acoplamiento de CA en la forma de onda de origen.

Controles Save y Recall

Este instrumento le permite guardar y repetir hasta diez configuraciones y formas de onda. Puede guardar o repetir las formas de onda hacia/desde la memoria interna del instrumento o un dispositivo de memoria flash USB.

La configuración incluye las mediciones horizontal y vertical, los cursores, las funciones matemáticas y las configuraciones de disparo que se guardan en un archivo de configuración. El guardado de una forma de onda le permite almacenar la forma de onda de adquisición visible para una repetición y comparación posterior.

Controles Save y Recall sin dispositivo de memoria flash USB

El instrumento le permite guardar y repetir las configuraciones y formas de onda hacia/desde la memoria interna. El menú Save/Recall lo conduce a cuatro submenús diferentes como se describe en las secciones a continuación.

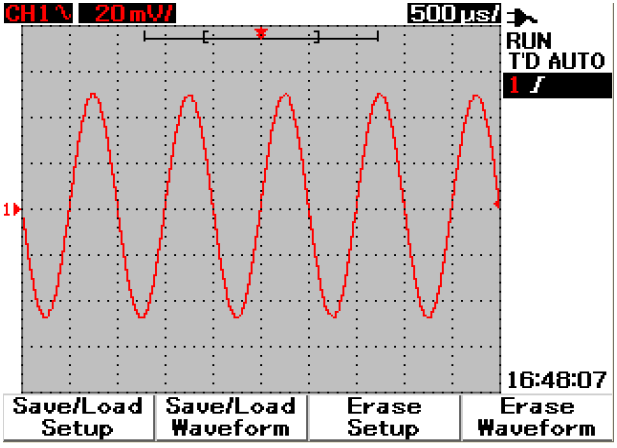


Figura 3-39 Menú Save/Recall

Para guardar y repetir una configuración

Para guardar o repetir configuraciones hacia/desde la memoria interna, siga las instrucciones a continuación:

1 Mantenga presionado Save/Recall Run/Stop para acceder al menú Save/Recall.

2 Presione F1 para acceder al menú Save/Load Setup.

3 Pueden guardarse hasta 10 configuraciones en cuatro páginas de menú. Presione la tecla programable que corresponda para guardar o cargar configuraciones hacia/desde la memoria interna.

4 En la Figura 3-40, presione F1 para guardar la configuración en Setup 1.

5 Presione F1 nuevamente para cargar Setup 1 de la memoria interna, consulte la Figura 3-41.

6 Repita los mismos pasos de configuración de guardado y repetición para guardar y repetir configuraciones subsiguientes.

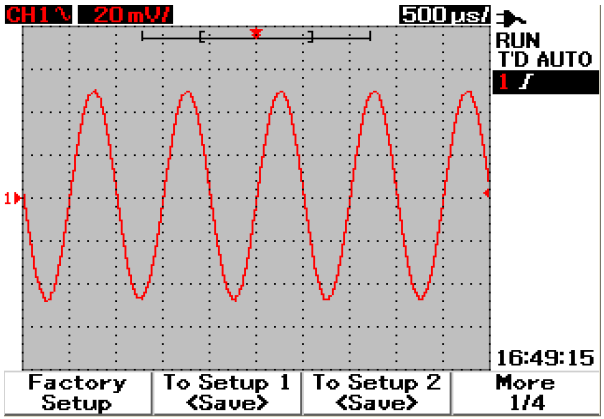


Figura 3-40 La pantalla <Save> indica que no se guarda ningún archivo de configuración. Puede presionar F1 para guardar la configuración en Setup 1.

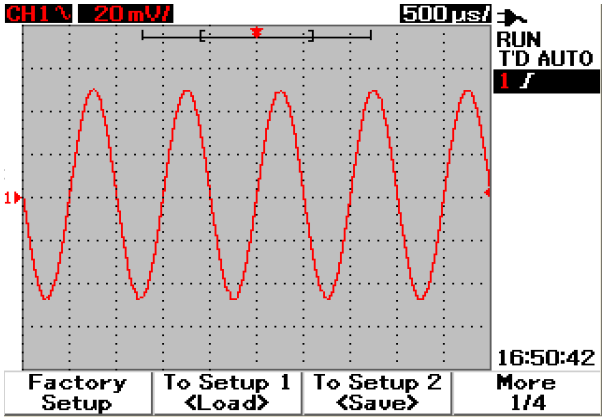


Figura 3-41 La pantalla <Load> indica que se ha guardado un archivo de configuración en Setup 1 y puede presionar F1 para recuperar la configuración de la memoria interna.

Para guardar y repetir una forma de onda

Para guardar o repetir formas de onda desde la memoria interna, siga las instrucciones a continuación:

1 Mantenga presionado Save/Recall Run/Stop para acceder al menú Save/Recall.

2 Presione F2 para acceder al menú Save/Load Waveform.

3 Pueden guardarse hasta 10 formas de onda en cuatro páginas de menú. Presione la tecla programable que corresponda para guardar o cargar formas de onda hacia/desde la memoria interna.

4 En la Figura 3-42, presione F1 para guardar la configuración en Setup 1.

5 Presione F1 nuevamente para cargar Waveform 1 desde la memoria interna. Consulte la Figura 3-43.

6 Repita los mismos pasos de configuración de guardado y repetición para guardar y repetir las formas de onda subsiguientes.

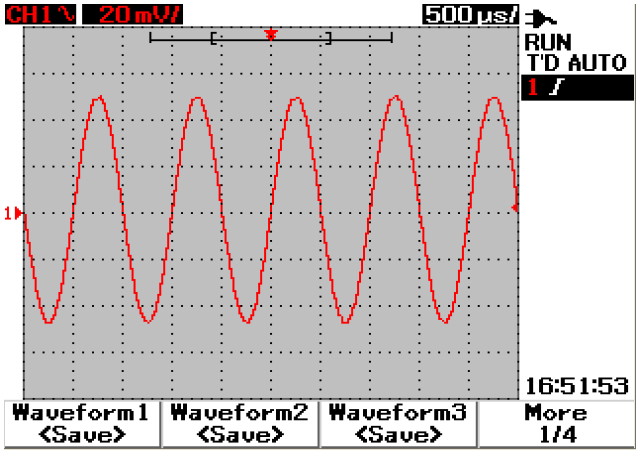


Figura 3-42 La pantalla <Save> indica que no se guarda ninguna forma de onda, puede presionar F1 para guardar la forma de onda en Waveform 1.

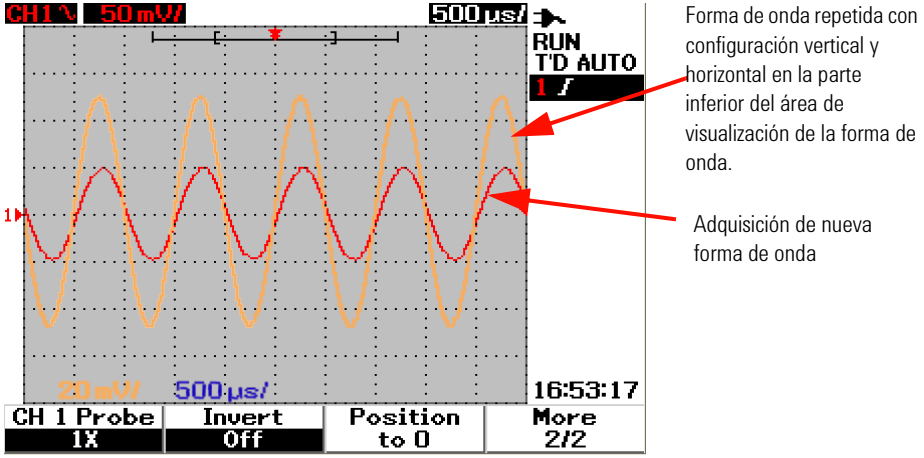


Figura 3-43 La pantalla <Load> indica que se guarda un archivo de forma de onda en Waveform 1 y puede presionar F1 para recuperar la forma de onda de la memoria interna. Esta función sirve para comparar formas de onda.

Para borrar la configuración

Para borrar configuraciones desde la memoria interna, siga las instrucciones a continuación:

1 Mantenga presionado Save/Recall Run/Stop para acceder al menú Save/Recall.

2 Presione F3 para acceder al menú Erase Setup.

3 Presione la tecla programable que corresponda para borrar la configuración almacenada de la memoria interna.

4 En la Figura 3-44, presione F1 para borrar la configuración de Setup 1.

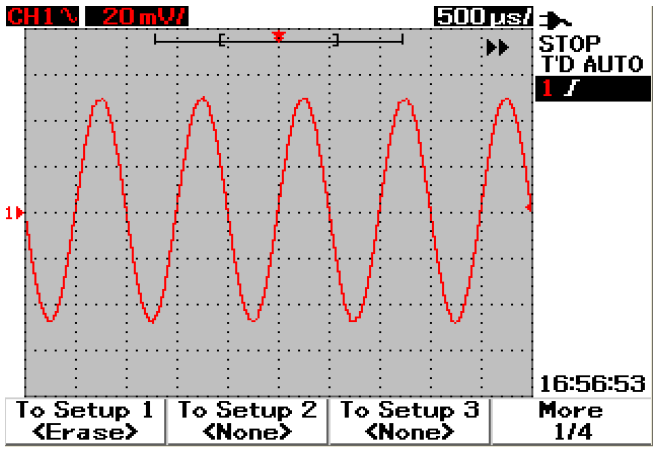


Figura 3-44 La pantalla <None> indica que no se guarda ningún archivo de configuración. <Erase> en Setup 1 muestra que puede borrar el archivo de configuración de la memoria interna.

Para borrar la forma de onda

Para borrar formas de onda previamente guardadas de la memoria interna, siga las instrucciones a continuación:

1 Mantenga presionado Save/Recall Run/Stop para acceder al menú Save/Recall.

2 Presione F4 para acceder al menú Erase Waveform.

3 Presione la tecla programable correspondiente para borrar la configuración almacenada de la memoria interna.

4 En la Figura 3-45, presione F1 para borrar la forma de onda de Waveform 1.

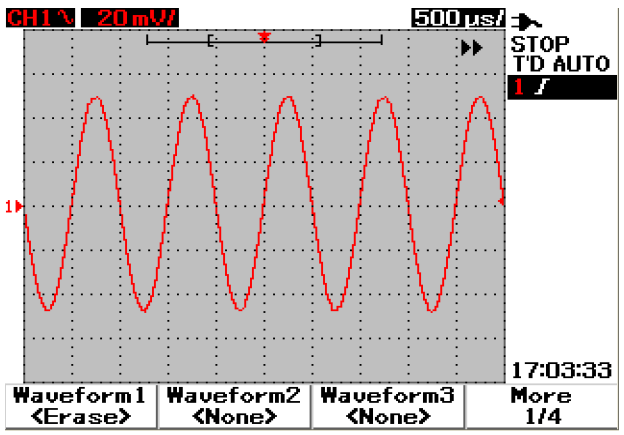


Figura 3-45 La pantalla <None> indica que no se guarda ninguna forma de onda. <Erase> en Waveform 1 muestra que puede borrar la forma de onda de la memoria interna.

Para recuperar la configuración de fábrica

La configuración predeterminada vuelve al osciloscopio a su configuración predeterminada y lo coloca en una condición operativa conocida. Las principales opciones de configuración predeterminadas son:

Horizontal Modo Main, escala 100 µs/div, Delay 0s, time reference central, window desactivada

Vertical Canal Vertical 1 activado, escala de 5 V/div, Coupling CC, posición 0 V, factor de sonda en 1×

Trigger Disparo Edge, modo de barrido Auto, Level de 0 V, origen de Canal 1, coupling de CC, pendiente de borde ascendente

Display Vectores activado, Contrast de 50% , graticule, Persistence desactivada

Acquire Modo normal, Run/Stop to Run

Otros medición de cursor desactivada, auto-measurement desactivada, auto-power desactivado, Language inglés

DMM Voltmeter definido en CC, relative desactivado, auto-measurement desactivada

Ohmmeter configurado como Resistence, relative desactivado, auto-measurement desactivada

Temperature meter definido como ºC, relative desactivado, medición automática desactivada

Ampere meter configurado como CC, relativo desactivado, medición automática desactivada

Humidity meter configurado como %RH, relativo desactivado, medición automática desactivada

Pressure meter configurado como psi, relative desactivado, medición automática desactivada

Logger Logger Volt, imput CC, registro máximo

Para restablecer la configuración predeterminada del instrumento efectúe lo siguiente:

1 Mantenga presionado Save/Recall Run/Stop para acceder al menú Save/Recall.

2 Presione F1 para acceder al menú Save/Load Setup.

3 En la página 1/4 del submenú Save/Load, presione F1 para restaurar la configuración predeterminada de fábrica.

4 El instrumento presenta un mensaje de “Recall OK?” para solicitar la confirmación del reestablecimiento de la configuración de fábrica. Presione F1 para confirmar.

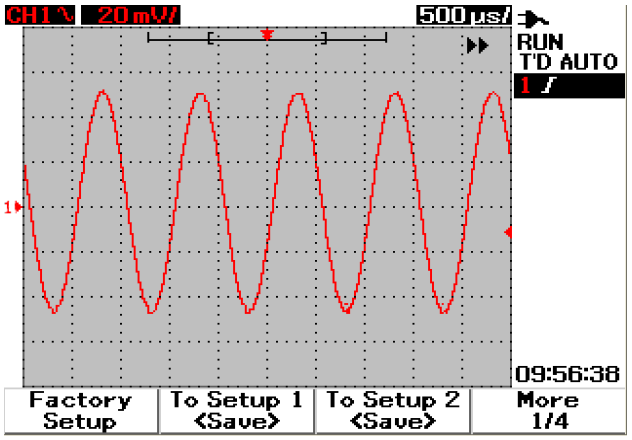


Figura 3-46 Restaurar la configuración de fábrica en el menú Save/Load Setup.

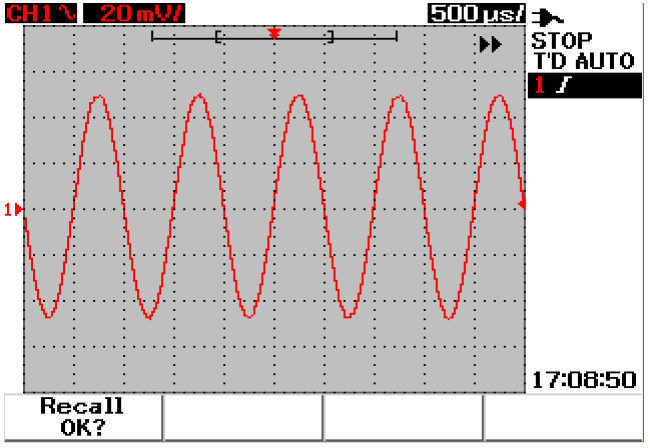


Figura 3-47 El instrumento solicita confirmación para restaurar la configuración predeterminada de fábrica.

Controles Save y Recall con dispositivo de memoria flash USB

Como opción, puede guardar o descargar formas de onda hacia/desde un dispositivo de memoria flash USB. Cuando utilice la memoria flash USB, la forma de onda y la configuración se guardan simultáneamente. El tamaño del archivo guardado es de aproximadamente 1 kilobyte.

Debe activar la conectividad flash USB antes de utilizar las funciones de guardado y repetición a través de la conectividad USB. Cuando se conecta la memoria flash USB, aparece un mensaje de detección de la misma y alerta a los usuarios a no extraerla. Para activar la función de conectividad USB, siga las instrucciones a continuación:

1 Presione el botón User para acceder al menú User.

2 Presione F4 para acceder al menú Utility.

3 En la página 1/4 del submenú Utility, presione F3 para activar la función USB.

4 Conecte la memoria flash USB, mantenga presionado el botón Save/Recall Run/Stop para ingresar al menú Save/Recall.

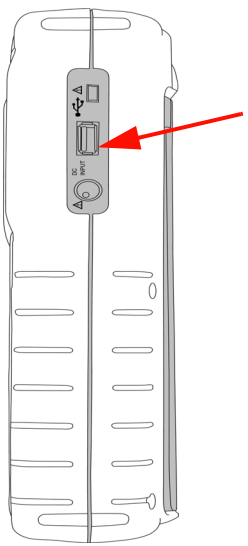


Figura 3-48 Conecte una memoria flash USB para guardar o descargar formas de onda hacia/desde el dispositivo de memoria externo.

Para guardar la forma de onda

El instrumento le permite guardar una forma de onda en formatos de imagen *.bmp o formato de archivo *.svw. El instrumento guarda la configuración y la forma de onda simultáneamente en formato de archivo *.svw. Para guardar formas de onda a un dispositivo de memoria flash USB, siga las instrucciones a continuación:

1 Conecte un dispositivo de memoria flash USB, mantenga presionado Save/Recall Run/Stop para acceder al menú Save/Recall.

2 La pantalla enumera el contenido de la memoria flash. Aparece un mensaje con la opción para guardar la forma de onda en formato BMP o SVW. Gire el control hasta el formato seleccionado.

3 Presione F1 para guardar el archivo de la forma de onda. Se le solicitará ingresar el nombre de archivo para la forma de onda.

4 Gire el interruptor para mover el cursor al caracter deseado del listado de caracteres ubicado en la parte inferior de la pantalla.

5 Después de finalizar el ingreso del nombre de archivo, presione F1 para guardar la forma de onda en el dispositivo de memoria flash USB. El nombre de archivo con la extensión .svw aparecerá en el listado de archivos. El nombre de archivo con la extensión *.svw o *.bmp aparecerá en el listado de archivos.

NOTA

El nombre de archivo puede configurarse para mayúsculas en inglés y números. La tecla de retroceso se utiliza para borrar el caracter anterior cuando se ingresa el nombre de archivo. Se utiliza Clear para eliminar todos los caracteres ingresados cuando se escribió el nombre de archivo.

Para cargar la forma de onda

Cuando descargue una forma de onda desde la memoria flash USB, se le solicita que seleccione el archivo que descargará de la lista de contenido de la memoria flash USB. Efectúe lo siguiente para cargar una configuración desde el dispositivo de memoria externa:

1 Conecte un dispositivo de memoria flash USB. Mantenga presionado Save/Recall Run/Stop para acceder al menú Save/Recall.

2 La pantalla enumera el contenido de la memoria flash. Gire el interruptor para mover el cursor y seleccionar el archivo.

3 Presione F2 para cargar el archivo de la forma de onda. Los factores de escala horizontal y vertical aparecerán en la parte inferior del área de visualización de la forma de onda.

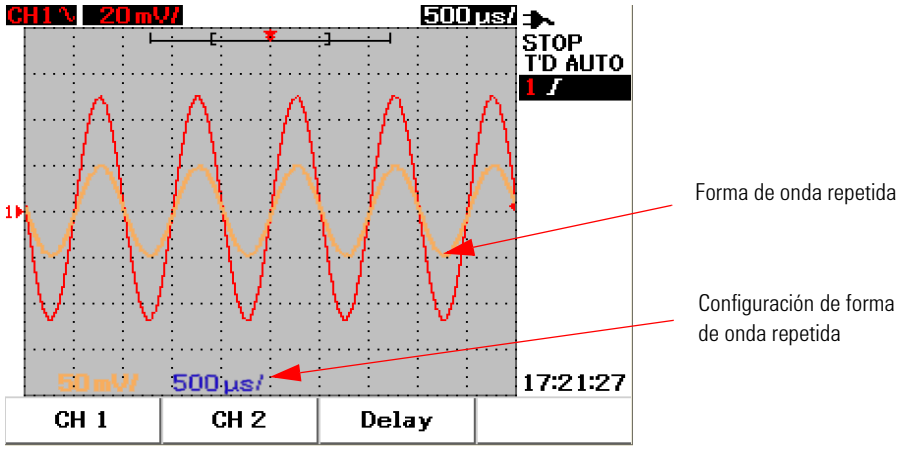


Figura 3-49 Cargar un nombre de archivo desde un dispositivo de memoria flash USB

Para borrar la forma de onda

Para borrar las formas de onda guardadas de una unidad de memoria flash USB, siga las instrucciones a continuación:

1 Mantenga presionado Save/Recall Run/Stop para acceder al menú Save/Recall.

2 La pantalla enumera el contenido de la memoria flash. Gire el interruptor para mover el cursor y seleccionar el archivo.

3 Presione F3 para borrar el archivo de la lista. Este paso elimina la forma de onda en forma permanente.

Para borrar la forma de onda

Para borrar la configuración y la forma de onda que se muestran actualmente de la pantalla, siga las instrucciones a continuación:

1 Mantenga presionado Save/Recall Run/Stop para acceder al menú Save/Recall.

2 Presione F4 para borrar la forma de onda de la pantalla.

Controles Autoscale y Run/Stop

Autoscale

Autoscale configura automáticamente el osciloscopio en la mejor visualización de señales de entrada para ambos canales. Autoscale analiza y ajusta la sensibilidad vertical y horizontal y las configuraciones de disparo en la mejor condición. El instrumento fija el tiempo/div contando el pulso de disparo y selecciona el tiempo/div más adecuado para ambas señales de entrada.

Ambos canales se activan y se examinarán para detectar actividades de señal simultáneamente. Al presionar el botón Autoscale en el panel frontal, el instrumento fija los siguientes valores predeterminados en el modo Autoscale:

Tabla 3-1 Condiciones de Autoscale

Funciones	Condiciones de Autoscale
CH 1 Coupling	AC
CH1 Invert	Off
CH 1 Position	0 div
CH 2 Coupling	AC
CH 2 Invert	Off
CH 2 Position	0 div
Time Position	Center
Trigger Type	Edge
Trigger Edge	CH 1
Trigger Edge Coupling	DC
Trigger Edge Slope	Rising

Controles Run/Stop

El botón Run/Stop [Run/Stop] en el panel frontal permite que los usuarios comiencen o detengan la adquisición de señales. En modo **Run**, si se fija el disparo en modo **Normal** , la pantalla no se actualizará hasta que se encuentre un disparo. Si el modo de disparo se fija en modo Auto, el instrumento busca un disparo. Si no se halla ninguno, se disparará automáticamente y se mostrarán las señales de inmediato.

El indicador de disparo Auto y Normal se muestra en la línea de disparo ubicada a la derecha de la pantalla. Si no se encuentra disparo, el indicador **T'D** (Trigger Detected) parpadeará, lo que indica que el instrumento está forzando disparos.

En modo **Stop**, se fuerza al instrumento a dejar de adquirir señales. El estado de la adquisición se muestra a la derecha de la pantalla e indica si el instrumento está en modo Run o Stop.

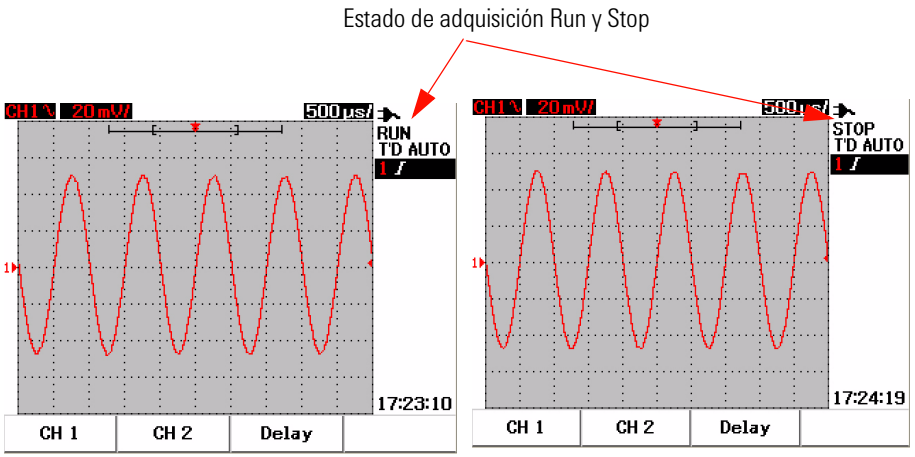


Figura 3-50 Modos Run y Stop

Controles de Utility

El menú Utility le permite configurar la interfaz del usuario del instrumento. En este menú Utility, puede controlar las siguientes configuraciones:

- Auto power off control
- Language Setting
- USB flash memory on/off
- Date Setting
- Time Setting
- Self-calibration
- Probe-calibration

Control Auto-Power Off

Puede ahorrar consumo de energía con esta función de apagado automático. El instrumento se apagará automáticamente según la configuración de hora de apagado automático fijada previamente. Consulte “Configuración del apagado automático 12” para ver los pasos y seleccionar la configuración de apagado automático.

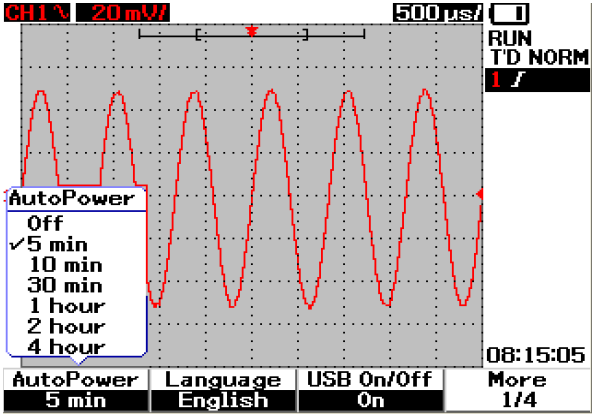


Figura 3-51 Control Auto-power off

Language Selection

Se dispone de selección de idioma para la función Ayuda rápida de este instrumento. Hasta la publicación de este documento, existían versiones en inglés, alemán, francés, italiano, portugués, español y coreano. Consulte “Selección del idioma de la ayuda rápida 13” para ver los pasos de selección de idioma.

USB Flash Memory On/Off

La memoria flash USB es un recurso opcional para facilitarle guardar y cargar configuraciones y formas de onda a través de un dispositivo de memoria flash USB. Antes de conectar un dispositivo de memoria flash USB al instrumento, debe activar la utilidad de la unidad de la memoria flash USB. Consulte “Controles Save y Recall con dispositivo de memoria flash USB 88” para ver instrucciones detalladas de la configuración de este recurso.

Date y Time Setting

Se le permite configurar la pantalla de fecha y hora para el instrumento. La configuración de hora se muestra en un formato de 24 horas con campos de minutos y segundos. Consulte “Configuración de la fecha y la hora 10” para obtener información más detallada.

Self-Calibration

Para realizar la verificación u optimizar el rendimiento del instrumento, puede ejecutar auto calibración en el mismo. Esta auto calibración realiza una rutina de auto alineación interna para optimizar la ruta de la señal que afecta la sensibilidad del canal y los parámetros de compensación y disparo.

Consulte “Calibración automática 152” para obtener información más detallada sobre la auto calibración.

ADVERTENCIA **Desconecte todas las conexiones de sondas de la terminal de entrada del instrumento. Deje que el instrumento entre en calor al menos 30 minutos antes de cada calibración automática.**

Probe Calibration

Cuando conecte una sonda pasiva al instrumento por primera vez, debe realizarse la compensación de la sonda para garantizar la exactitud de su medición. Consulte “Compensación de la sonda 15” para ver las instrucciones paso a paso para la compensación de la sonda.

Modo Low Battery

Cuando el instrumento tiene batería baja, aparece el siguiente mensaje de advertencia en la pantalla y se escucha un sonido. Después de mostrar el mensaje de advertencia, el instrumento puede utilizarse durante aproximadamente 15 minutos antes de que se apague en forma automática. Si el instrumento está en modo batería baja cuando está apagado, cuando los usuarios lo enciendan, se apaga en forma automática después de un minuto para proteger el circuito interno.

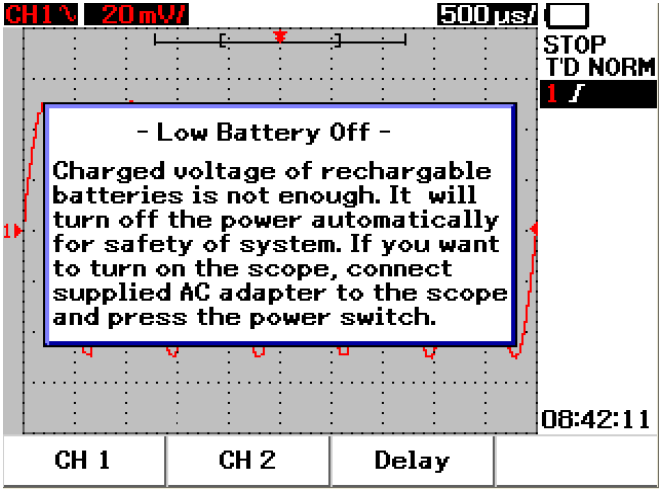

CH1
20 mV/
500 µs/
STOP
T'D NORM
- Low Battery Off -
Charged voltage of rechargable batteries is not enough. It will turn off the power automatically for safety of system. If you want to turn on the scope, connect supplied AC adapter to the scope and press the power switch.
08:42:11
CH 1
CH 2
Delay

Figura 3-52 Visualización del mensaje en condición de batería baja

Función Silencio

Esta función le permite encender o apagar la tecla de sonido y la alarma de la alerta de batería baja. Para acceder a esta función, siga los pasos a continuación:

1. Presione **User**, luego la tecla programable **F4** para acceder al modo **Utility**.
2. En la página 4/4 del menú Utility, presione F1 para desplegar el menú **Mute On/Off**.
3. Seleccione **On** para apagar la tecla de sonido y la alarma de la alerta de batería baja y vice versa.

4
Funciones del Multímetro digital

Voltmeter 100
Ohmmeter 102
Auxiliary Meter 108
Función de relativo 114
Medición automática en modo de multímetro 116
Reinicio de la prueba 117
Modo de rango automático 117

El osciloscopio digital portátil serie U1600B está equipado con funciones de multímetro. El multímetro digital True RMS con 6000 números de resolución incorporado incluye funciones de selección automática de rango que brindan flexibilidad para realizar mediciones rápidas y precisas. Las funciones incluyen mediciones de voltaje, resistencia y auxiliares. Además de esto, también trae una función que permite a los usuarios consolidar una secuencia de puntos de datos para registrar los datos.

NOTA

- Todas las mediciones del multímetro funcionan en el modo de rango automático. Para activar el rango manual, presione el botón Range/Autoscale y seleccione el rango que prefiera para el multímetro.
- Los usuarios pueden retener la medición presionando el botón Run/Stop.

NOTA

Para obtener mediciones precisas en las funciones del multímetro digital, el instrumento debe recibir alimentación de batería solamente.

KEYSIGHT TECHNOLOGIES

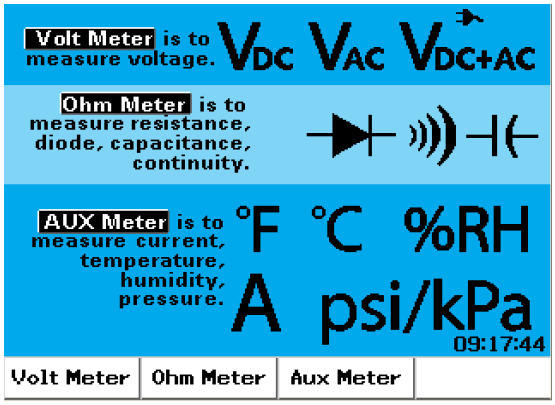


Figura 4-1 Pantalla del multímetro

Voltmeter

Las funciones del voltímetro incluyen la medición de CA, CC y CA+CC. Este instrumento ofrece medición precisa de voltaje de CA True RMS para cualquier señal de entrada. Para señales de entrada de CA con compensación de CC, se recomienda utilizar la medición de CA+CC.

Para medir voltaje, siga estas instrucciones:

1. Presione el botón Meter para acceder al menú del multímetro.
2. Presione F1 para acceder al submenú voltmeter.
3. Allí presione F1 para seleccionar la función de medición de CC, CA o CA+CC.
4. Conecte el cable de prueba rojo en la terminal de entrada V·Ω·AUX CAP· y el negro en la terminal **COM**.
5. Controle el punto de prueba del circuito.
6. Lea la medición de voltaje que figura en pantalla. Allí se indica el punto decimal correcto, el valor y los símbolos.
7. Para utilizar la función de relativo, consulte la sección "Función de relativo 114" de este capítulo.

8 Presione F3 para realizar una medición automática de las lecturas mínima, máxima y promedio.

9 Presione F4 para actualizar o restaurar las mediciones.

ADVERTENCIA **Asegúrese de que las puntas de las sondas toquen los contactos metálicos de la toma. Si no hacen buen contacto, la medición de voltaje podría ser errónea. Existe riesgo de electrocutarse si el dispositivo de la prueba está conectado a la alimentación pero el instrumento no lo detecta porque no hay buen contacto.**

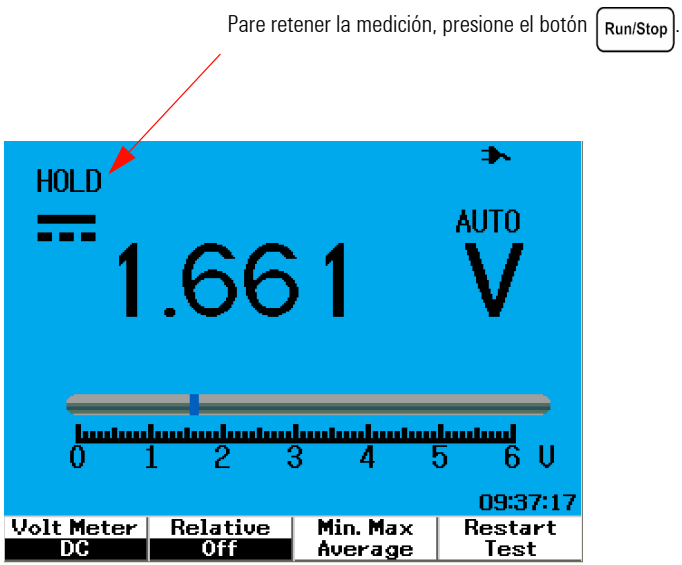


Figura 4-2 Pantalla de la medición de CC

PRECAUCIÓN No encienda ni apague un motor bajo prueba mientras mide voltaje de CA o CC. Esto es para que el instrumento no se dañe debido a grandes picos de tensión durante el encendido o apagado.

Ohmmeter

El ohmiómetro realiza mediciones de resistencia, comprobación de continuidad, capacitancia y comprobación de diodos. El instrumento selecciona el rango en forma automática. Sin embargo, puede ajustarlo en forma manual para que la medición sea más rápida. Consulte "Modo de rango automático 117" en esta sección para obtener más información detallada.

Medición de resistencia

ADVERTENCIA **Desconecte el dispositivo o circuito bajo prueba de la alimentación y descargue todos los condensadores de alto voltaje para evitar electrochoques y prevenir posibles daños en el instrumento o dispositivo al medir la resistencia.**

Para medir la resistencia, siga estas instrucciones:

1. Presione el botón Meter para acceder al menú del multímetro.
2. Presione F2 para acceder al submenú ohmmeter.
3. Allí presione F1 para seleccionar la medición de resistencia en el menú desplegable.
4. Conecte el cable de prueba rojo en la terminal de entrada V·Ω·AUX CAP·⊣⊢ y el negro en la terminal **COM**.
5. Controle el punto de prueba del circuito o dispositivo de la prueba.
6. Lea la medición de resistencia que figura en pantalla. Allí se indica el punto decimal correcto, el valor y los símbolos.
7. Para utilizar la función de relativo, consulte la sección "Función de relativo 114" de este capítulo.

8 Presione F3 para realizar una medición automática de las lecturas mínima, máxima y promedio.

9 Presione F4 para actualizar o restaurar las mediciones.

NOTA Si el dispositivo de la prueba es una pieza desmontable de un circuito, se recomienda enfáticamente desconectar un sitio del dispositivo para reducir la interferencia en la medición de resistencia.

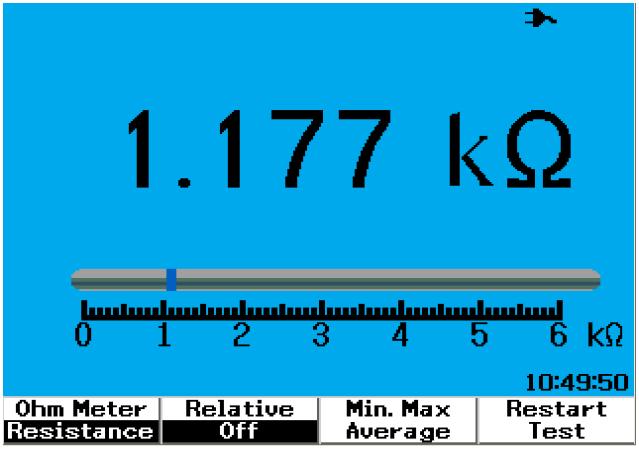


Figura 4-3 Medición de resistencia

Comprobación de continuidad

ADVERTENCIA **Desconecte la alimentación del circuito y descargue todos los condensadores de alto voltaje antes de medir la continuidad de circuitos o cables para prevenir electrochoques y daños en el instrumento.**

Para llevar a cabo la comprobación de continuidad, siga estas instrucciones:

1. Presione el botón Meter para acceder al menú del multímetro.
2. Presione F2 para acceder al submenú del ohmmeter.
3. Allí presione F1 para seleccionar la medición de continuidad en el menú desplegable.
4. Conecte el cable de prueba rojo en la terminal de entrada V·Ω·AUX CAP·⊣⊢ y el negro en la terminal **COM**.
5. Controle el punto de prueba del circuito o dispositivo de la prueba.
6. Lea la medición de resistencia que figura en pantalla. Allí se indica el punto decimal correcto, el valor y los símbolos.
7. Si la resistencia es menor que 60 Ω, se emitirá un sonido.
8. Presione F3 para realizar una medición automática de las lecturas mínima, máxima y promedio.
9. Presione F4 para actualizar o restaurar las mediciones.

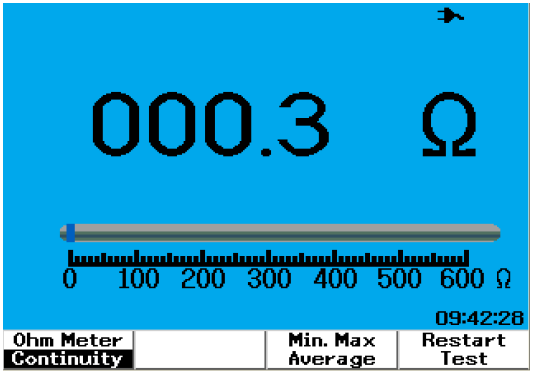


Figura 4-4 Comprobación de continuidad en corto con sonido.

Comprobación de diodos

ADVERTENCIA **Desconecte la alimentación del circuito y descargue todos los condensadores de alto voltaje antes de realizar la comprobación de diodos para prevenir electrochoques y daños en el instrumento.**

Para llevar a cabo la comprobación de diodos, siga estas instrucciones:

1. Presione el botón Meter para acceder al menú multímetro.
2. Presione F2 para acceder al submenú del ohmmeter.
3. Allí presione F1 para seleccionar la comprobación de diodos en el menú desplegable.
4. Conecte el cable de prueba rojo en la terminal de entrada V·Ω·AUX CAP·⊣⊢ y el negro en la terminal **COM**.
5. Coloque el punto de prueba rojo en la terminal positiva (ánodo) del diodo y el cable de prueba negro en la terminal negativa (cátodo).
6. Lea la medición de voltaje que figura en pantalla.
7. Invierta la polaridad de las sondas y vuelva a medir el voltaje en el diodo. Lea la medición de voltaje que figura en pantalla.
8. El resultado de la comprobación de diodos se puede describir de la siguiente manera:
   - El diodo está bien si el instrumento muestra un valor de voltaje (alrededor de 0.25 V para germanio y 0.7 V para silicio) en el modo de polarización directa y “OL” en el modo de polarización inversa.
   - El diodo está en corto si el instrumento muestra alrededor de 0 V en los modos de polarización directa e inversa.
   - El diodo está abierto si el instrumento muestra “OL” en los modos de polarización directa e inversa.

NOTA La polarización directa del diodo típico se encuentra entre 0.3 V y 1.00 V.

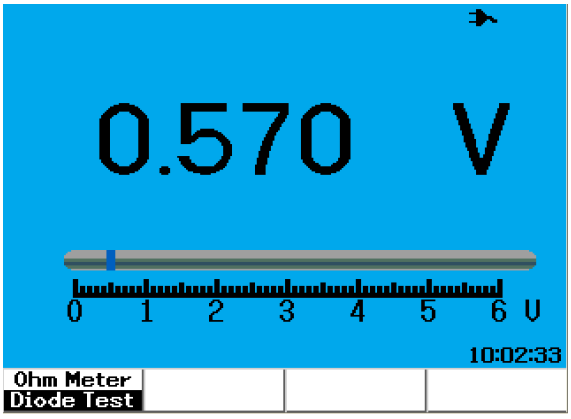


Figura 4-5 Diodo en condición de polarización directa

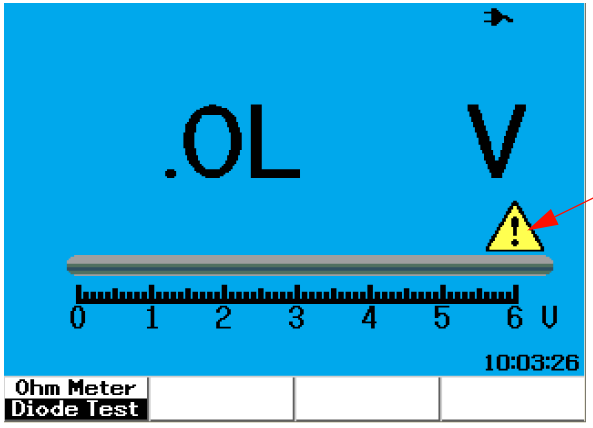


Figura 4-6 Diodo en condición abierta

Medición de capacitancia

ADVERTENCIA **Desconecte la alimentación del circuito y descargue todos los condensadores de alto voltaje antes de medir la capacitancia para prevenir electrochoques y daños en el instrumento.**

La medición de capacitancia sólo está disponible en el modo de rango automático. Para medir la capacitancia, siga estas instrucciones:

1. Presione el botón Meter para acceder al menú del multímetro.
2. Presione F2 para acceder al submenú del ohmmeter.
3. Allí presione F1 para seleccionar la medición de capacitancia (aparece como "**Cap**") en el menú desplegable.
4. Conecte el cable de prueba rojo en la terminal de entrada V·Ω·AUX CAP·⊣⊢ y el negro en la terminal **COM**.
5. Coloque el punto de prueba rojo en la terminal positiva (ánodo) del condensador y el cable de prueba negro en la terminal negativa (cátodo).
6. Lea la medición de capacitancia que figura en pantalla.
7. Para utilizar la función de relativo, consulte la sección "Función de relativo 114" de este capítulo.

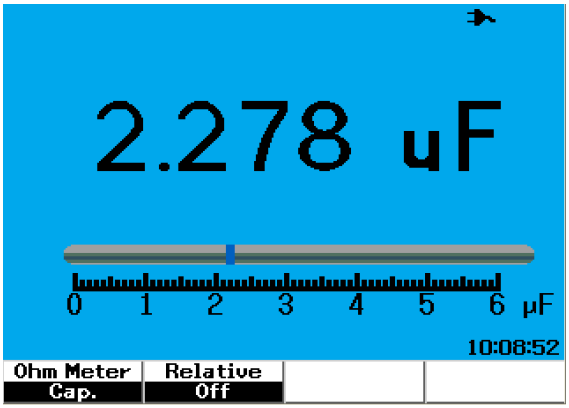


Figura 4-7 Medición de capacitancia

Auxiliary Meter

El osciloscopio digital portátil serie U1600B amplía sus opciones con funciones de medidor auxiliar, que incluyen la medición de temperatura, amperios, presión y humedad. Para realizar las mediciones auxiliares se precisan los adaptadores externos designados.

Termómetro

La medición de temperatura funciona en el modo de rango automático con un adaptador de temperatura externo. Los usuarios pueden seleccionar la unidad de medida: grados Celsius (°C) o grados Fahrenheit (°F).

Para medir la temperatura, siga estas instrucciones:

1. Presione el botón Meter para acceder al menú del multímetro.
2. Presione F3 para acceder al submenú Auxiliary.
3. Allí presione F1 para seleccionar el termómetro (aparece como **"Temp Meter"**).
4. En el submenú del termómetro, presione F1 para seleccionar la unidad de medida: grados Celsius (°C) o grados Fahrenheit (°F).
5. Asegúrese de que la terminal positiva (+) del adaptador de temperatura esté conectada a la terminal de entrada del instrumento V·Ω·AUX CAP· y la negativa (–) al conector de entrada **COM**.
6. Toque el material bajo prueba con la punta de la sonda de temperatura.
7. Observe la medición de temperatura en el instrumento. Un signo negativo (–) en en el prefijo de la medición indica que la temperatura está debajo de los cero °C o °F.
8. Para utilizar la función de relativo, consulte la sección "Función de relativo 114" de este capítulo.

9 Presione F3 para realizar una medición automática de las lecturas mínima, máxima y promedio.

10 Presione F4 para actualizar o restaurar las mediciones.

PRECAUCIÓN

- Trate de no doblar ni retorcer demasiado los cables de las sondas de temperatura para que no se rompan.
- No coloque la punta de las sondas de temperaturas en líquidos ácidos.
- No aplique voltaje en ninguna parte de la punta de las sondas de temperatura.

NOTA

Para obtener mediciones precisas, controle que haya buen contacto entre la punta de la sonda y el objeto. Compruebe que la punta de la sonda esté seca y limpia para que la temperatura del objeto se transfiera bien.

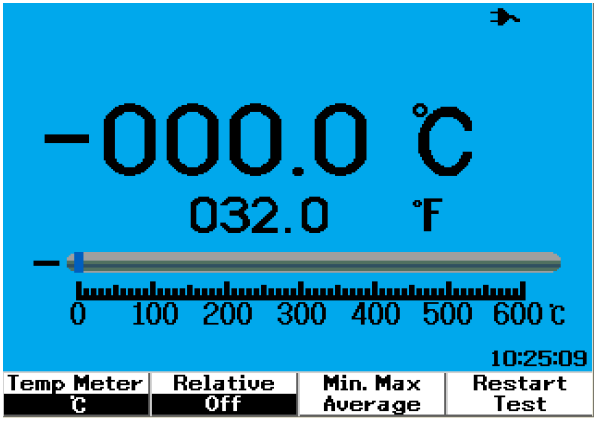


Figura 4-8 Medición de temperatura en grados Celsius (°C) junto a grados Fahrenheit (°F).

Medidor de amperios

Para medir corriente o amperios con el instrumento, hace falta un adaptador de corriente. El instrumento selecciona automáticamente el rango de corriente y aparece con los símbolos, valores y puntos decimales correctos.

Para medir la corriente, siga estas instrucciones:

1. Presione el botón Meter para acceder al menú del multímetro.
2. Presione F3 para acceder al submenú auxiliary.
3. Allí presione F2 para seleccionar el medidor de amperios.
4. En el submenú ampere meter, presione F1 para seleccionar la medición de corriente de CA o CC (consulte la Figura 4-9).
5. Ajuste la configuración de escala de su adaptador de corriente (1 mV/A o 10 mV/A).
6. Presione F4 para ir a la página 2/2 del submenú ampere meter.
7. Presione F1 en la página 2/2 para seleccionar el rango de medición (consulte la Figura 4-9). El rango de medición se selecciona según la configuración del adaptador de corriente (1 mV/A o 10 mV/A).
8. Asegúrese de que la terminal positiva (+) del adaptador de corriente esté conectada a la terminal de entrada del instrumento V·Ω·AUX CAP·⊣ y la negativa (–) al conector de entrada **COM**.
9. Controle el punto de prueba del dispositivo.
10. Lea la medición de corriente que figura en pantalla. Allí se indica el punto decimal correcto, el valor y los símbolos.
11. Para utilizar la función de relativo, consulte la sección "Función de relativo 114" de este capítulo.
12. Presione F3 para realizar una medición automática de las lecturas mínima, máxima y promedio.
13. Presione F2 en la página 2/2 del submenú ampere meter para actualizar y recolectar lecturas de mediciones.

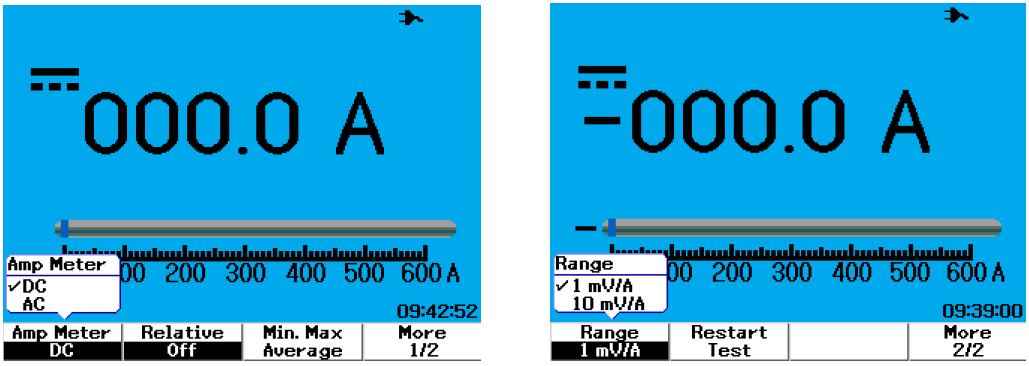


Figura 4-9 Medición de corriente

Medidor de humedad

Para realizar una medición de humedad, hace falta un adaptador de humedad. El instrumento selecciona automáticamente el rango de presión y aparece con los símbolos, valores y puntos decimales correctos.

Para medir la humedad, siga estas instrucciones:

1. Presione el botón Meter para acceder al menú del multímetro.
2. Presione F3 para acceder al submenú auxiliary.
3. Allí presione F3 para seleccionar el medidor de humedad.
4. Asegúrese de que la terminal positiva (+) del adaptador de humedad esté conectada a la terminal de entrada del instrumento V·Ω·AUX CAP·⊣⊢ y la negativa (–) al conector de entrada **COM**.
5. Toque el material bajo prueba con la punta de la sonda.
6. Lea la medición de humedad en %RH (humedad relativa) que figura en pantalla. Allí se indica el punto decimal correcto, el valor y los símbolos.

7 Para utilizar la función de relativo, consulte la sección "Función de relativo 114" de este capítulo.

8 Presione F3 para realizar una medición automática de las lecturas mínima, máxima y promedio.

9 Presione F4 para actualizar o restaurar las mediciones.

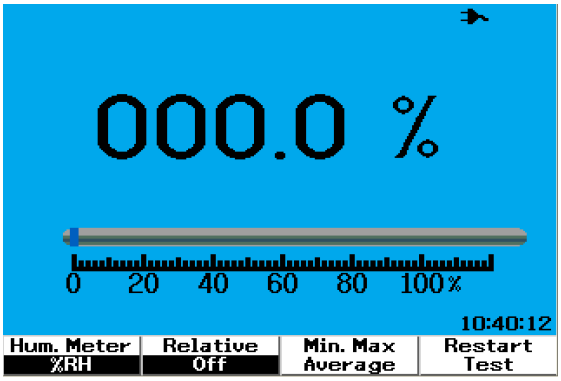


Figura 4-10 Medición de humedad

Medidor de presión

Para medir la presión, se requiere un adaptador de presión. El instrumento selecciona automáticamente el rango de medición más adecuado y lo muestra con los símbolos, valores y puntos decimales correctos.

Para medir la presión, siga estas instrucciones:

1 Presione el botón Meter para acceder al menú del multímetro.

2 Presione F3 para acceder al submenú auxiliary.

3 Allí presione F4 para seleccionar el medidor de presión.

4 En el submenú pressure meter, presione F1 para seleccionar la unidad de medición psi o kPa.

5 Asegúrese de que la terminal positiva (+) del adaptador de presión esté conectada a

la terminal de entrada del instrumento V·Ω·AUX CAP· y la negativa (–) al conector de entrada **COM**.

6 Toque el material bajo prueba con la punta de la sonda.

7 Lea la medición de presión que figura en pantalla. Allí se indica el punto decimal correcto, el valor y los símbolos.

8 Para utilizar la función de relativo, consulte la sección "Función de relativo 114" de este capítulo.

9 Presione F3 para realizar una medición automática de las lecturas mínima, máxima y promedio.

10 Presione F4 para actualizar o restaurar las mediciones.

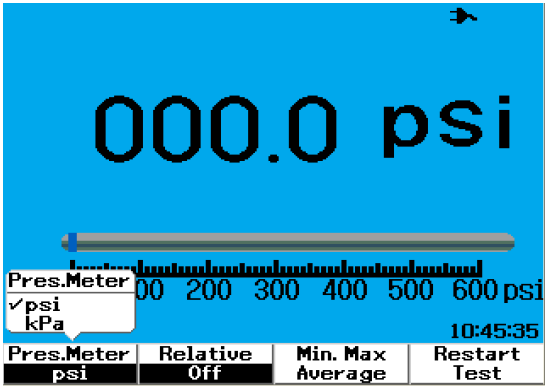


Figura 4-11 Medición de presión

NOTA

1 kPa = 6.89476 psi

Función de relativo

La función de relativo también se denomina medición Nula y es la diferencia entre un valor de referencia o un valor nulo almacenado y el valor medido. Esta función se puede aplicar en todas las mediciones del multímetro, con excepción de las comprobaciones de diodos y de continuidad. Para activar o desactivar la función, presione F2 en los submenús de las funciones del multímetro.

Ejemplo:

Obtenga una medición de resistencia de 1.177 kΩ y configúrela como valor de referencia activando la función relativa. La medición aparecerá como 0 Ω. Realice la segunda medición de resistencia. Si se obtiene una medición de 1.766 kΩ (valor medido), aparecerá la delta de aproximadamente 0.586 kΩ (valor relativo). A continuación se presenta la fórmula:

Valor relativo = Valor medido - Valor de referencia

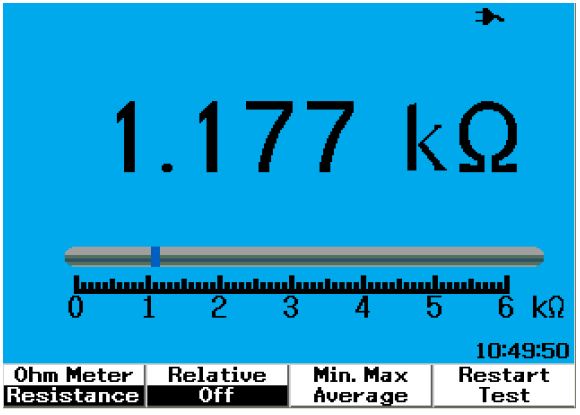


Figura 4-12 Configure la medición como valor de referencia

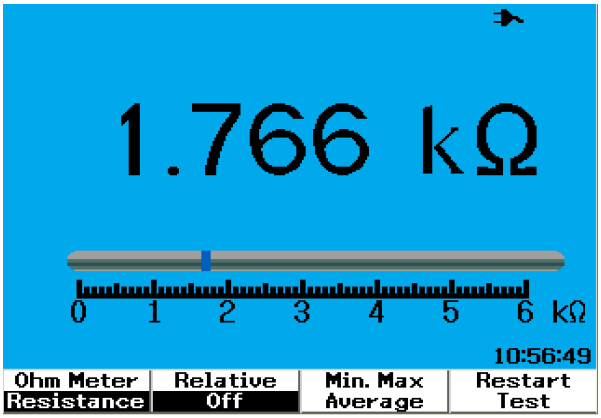


Figura 4-13 Configure la medición como valor medido

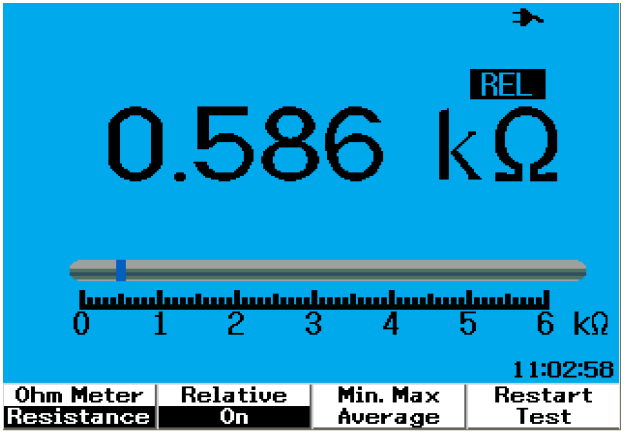


Figura 4-14 Valor relativo obtenido de la delta del valor medido y el de referencia.

Medición automática en modo de multímetro

La medición automática mínima, máxima y promedio también está disponible para todas las mediciones del multímetro, con excepción de la comprobación de diodos y la medición de capacitancia.

Las mediciones mínima y máxima en tiempo real aparecen junto a la hora de registro. El valor promedio es el promedio aritmético de las últimas ocho mediciones.

Para activar esta función, presione F3 en el submenú de la función del multímetro que corresponda. Consulte la Figura 4-15.

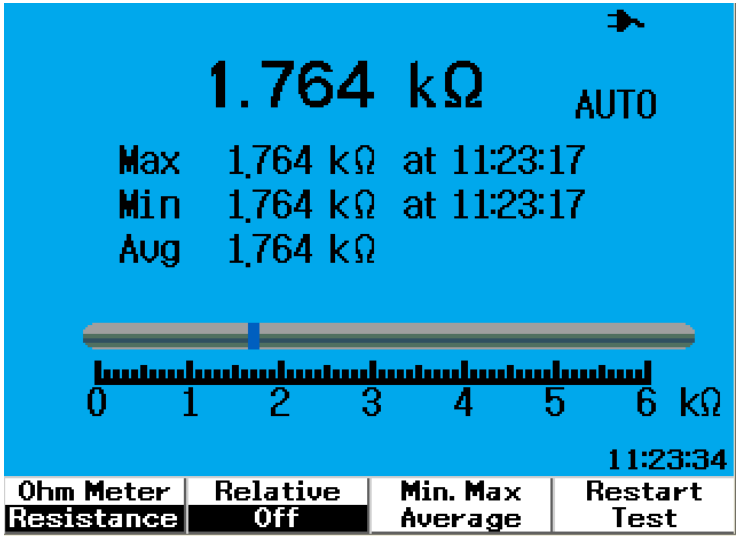


Figura 4-15 Medición automática en el modo de medición de resistencia

Reinicio de la prueba

Los usuarios pueden eliminar las mediciones realizadas y actualizar los valores mínimo, máximo y promedio. Al activar esta función, el instrumento vuelve a iniciarse y prueba las mediciones del multímetro.

Para activar la función de reinicio de la prueba, presione F4 en los submenús del multímetro. Esta función no está disponible para la comprobación de diodos ni para la medición de capacitancia.

Modo de rango automático

Todas las mediciones del multímetro utilizan el modo de rango automático de forma predeterminada. Para activar o desactivar el modo de rango manual, haga lo siguiente:

1 Presione el botón Range Autoscale para activar el modo de rango manual. La palabra “AUTO” desaparecerá de la esquina derecha.

2 Observe que el rango que aparece debajo del gráfico de barras cambia cada vez que presiona el botón Range Autoscale.

3 Seleccione el rango que desee y lleve a cabo la medición.

4 Para desactivar el modo de rango manual, mantenga presionado Range Autoscale hasta oír un sonido.

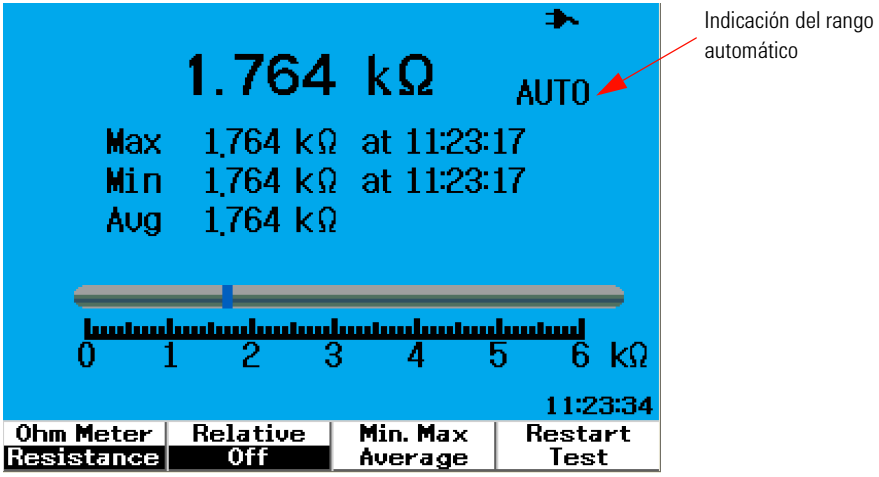


Figura 4-16 Modo de rango automático

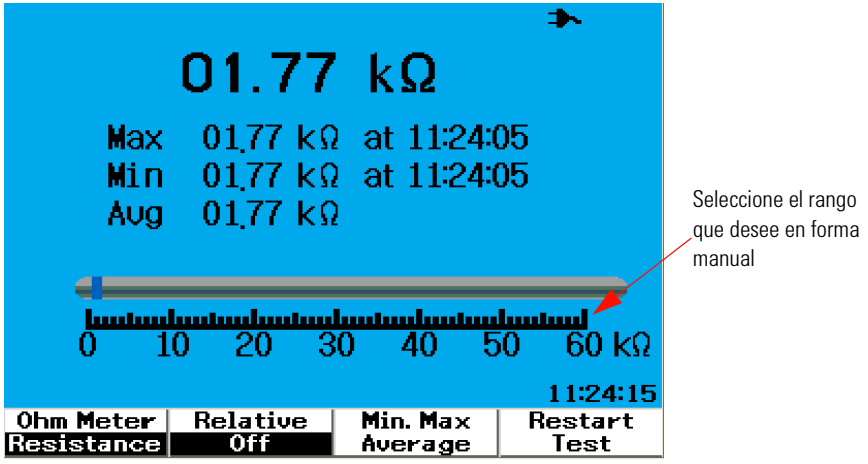


Figura 4-17 Modo de rango manual

5
Funciones del registro de datos

Función del registro de datos 120
Medición automática en el modo registro de datos 123
Función Saving CSV y Configuración de Intervalo 123
Reinicio de la prueba 124

El osciloscopio digital portátil serie U1600B está equipado con funciones de registro de datos para las mediciones del multímetro. El registrador de datos grafica los valores de medición contra la base de tiempo. El instrumento permite registrar hasta 20 días de datos con compresión y modificación de tamaño para que se vean a pantalla completa.

Función del registro de datos

El registro de datos crea el gráfico de izquierda a derecha hasta alcanzar el extremo derecho de la pantalla. La función de registro de datos comprime automáticamente la pantalla a la mitad con los siguientes cambios en la base de tiempo:

- 150 segundos
- 300 segundos
- 10 minutos
- 20 minutos
- 50 minutos
- 100 minutos
- 200 minutos
- 10 horas
- 20 horas
- 30 horas
- 60 horas
- 120 horas
- 10 días
- 20 días

Los incrementos de la base de tiempo cambian cada 10 divisiones de un mínimo de 15 s/div (150 segundos) a un máximo de 2 días/div para el registro de datos. Para utilizar esta función, haga lo siguiente:

1. Presione el botón Logger para acceder al modo del registro de datos.
2. Presione F1 para seleccionar las siguientes funciones del multímetro para el registro de datos:
   - Voltmeter (aparece como “Volt”)
   - Ohmmeter (aparece como “Ohm”)
   - Auxiliary meter (aparece como “Aux”)

3 Luego, presione F2 para seleccionar entre las siguientes opciones, la sub-función de cada función:

- Voltmeter
  - DC
  - AC
  - AC+DC
- Ohmmeter
  - Resistance
  - Diode test
  - Continuity
  - Capacitance (aparece como “Cap”)
- Auxiliary meter
  - DC current
  - AC current
  - Temperature °C (aparece como “°C Temp”)
  - Temperature °F (aparece como “°F Temp”)
  - Relative Humidity (aparece como “%RH”)
  - Pressure (aparece como “psi”)

NOTA Todas las mediciones del multímetro para el registro de datos funcionan en el modo de rango automático.

.Observe los dos ejemplos de registro de datos de resistencia y voltaje de CC a continuación.

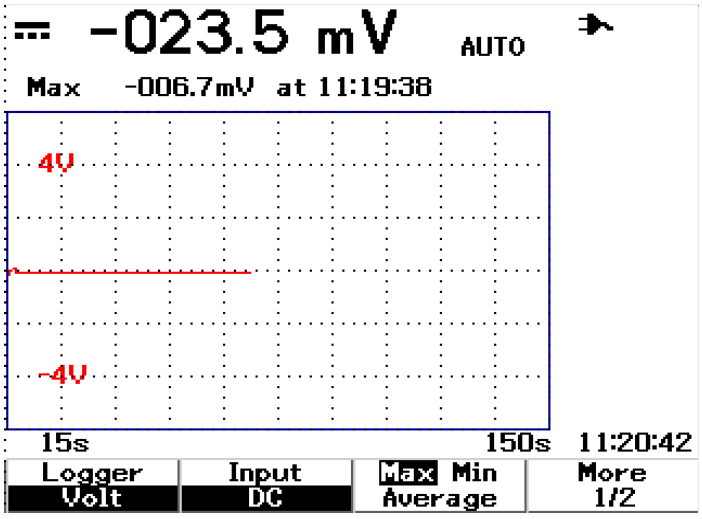


Figura 5-1 Se selecciona la medición máxima para el registro de datos de voltaje de CC. La base de tiempo inicial es 15 segundos — 150 segundos.

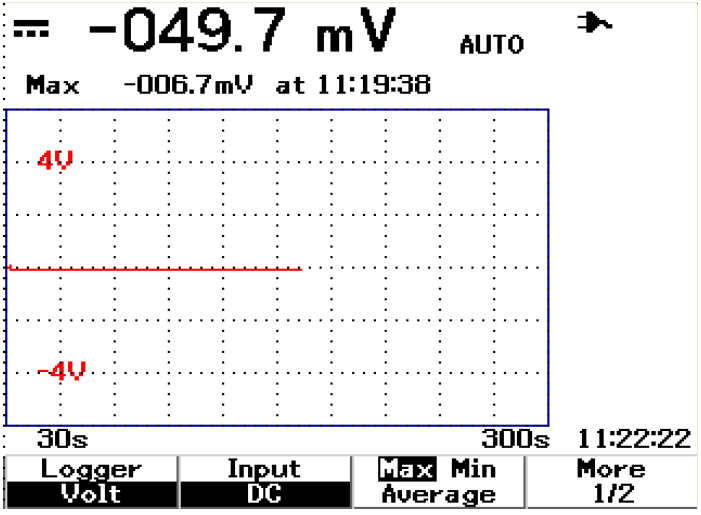


Figura 5-2 Una vez superados los 150 segundos, el gráfico se comprime automáticamente a la mitad de la pantalla y la base de tiempo pasa a ser 30 segundos — 300 segundos.

Medición automática en el modo registro de datos

La función de registro de datos permite la medición automática de los valores mínimo, máximo y promedio. Puede elegir cualquiera de estas mediciones.

Las mediciones mínima y máxima en tiempo real aparecen junto al tiempo registrado. El valor promedio es el promedio aritmético de las últimas ocho mediciones.

Para activar esta función, presione F3 en el submenú de la función del multímetro que corresponda.

Función Saving CSV y Configuración de Intervalo

Esta función le permite al usuario guardar sus datos directamente en la unidad flash USB. Para habilitar esta función, haga lo siguiente:

1 Presione Logger para acceder al modo data logger.

2 Presione F4 para ir a la página 2/2 del modo data logger.

3 Para habilitar la función CSV saving, presione F2 para alternar entre las opciones start y stop (consulte la Figura 5-3 a continuación). Puede guardar hasta 500 kilobytes de datos.

4 Para cambiar los ajustes del intervalo, presione F3 varias veces para desplazarse por la lista y realizar la selección (consulte la Figura 5-4 a continuación).

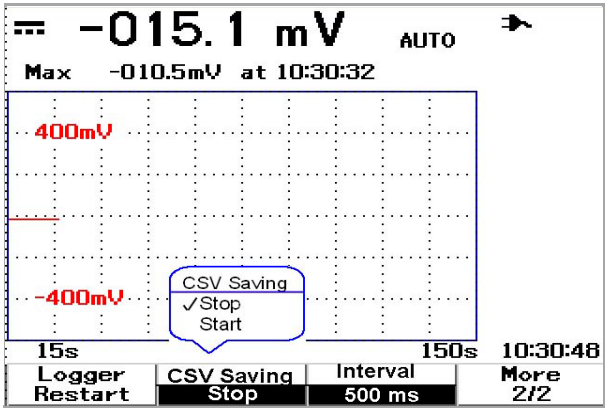


Figura 5-3 Activar la función CSV saving

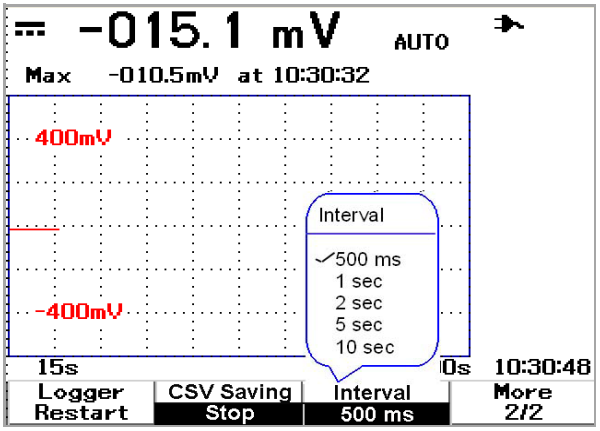


Figura 5-4 Configuración del intervalo

Reinicio de la prueba

Los usuarios pueden eliminar las mediciones realizadas y actualizar los valores mínimo, máximo y promedio. Para habilitar esta función y reiniciar el registro de mediciones, presione F4.

6
Servicio y mantenimiento

Servicios de la garantía 126
Limpieza 129
Sugerencias para solucionar problemas básicos 129

Servicios de la garantía

Garantía estándar (mundial)

Si el instrumento deja de funcionar correctamente durante el período de tres años que cubre la garantía, Keysight Technologies reparará o sustituirá la unidad de acuerdo con las condiciones de la garantía. Una vez vencida la garantía, Keysight ofrecerá servicios de reparación a precios muy competitivos.

Esta garantía no cubre defectos causados por el Comprador debido a mal mantenimiento, productos o conexiones adquiridos por su cuenta, modificaciones no autorizadas, uso erróneo, operación en entornos no especificados para el producto, ni preparación o mantenimiento incorrecto del lugar.

Si el producto es defectuoso, comuníquese con el Centro de servicio de Keysight Technologies más cercano para que solucionen el problema del instrumento. Ellos se encargarán de reparar o sustituir la unidad.

Para recibir asistencia de servicios, garantía y soporte técnico, comuníquese con Keysight Technologies a los siguientes números telefónicos:

Estados Unidos:

(tel) 800 829 4444

(fax) 800 829 4433

Canadá:

(tel) 877 894 4414

(fax) 800 746 4866

China:

(tel) 800 810 0189

(fax) 800 820 2816

Europa:

(tel) 31 20 547 2111

Japón:

(tel) (81) 426 56 7832

(fax) (81) 426 56 7840

Corea:

(tel) (080) 769 0800

(fax) (080) 769 0900

América Latina:

(tel) (305) 269 7500

Taiwán:

(tel) 0800 047 866

(fax) 0800 286 331

Otros países de Asia Pacífico:

(tel) (65) 6375 8100

(fax) (65) 6755 0042

O comuníquese con Keysight desde cualquier parte del mundo a través de la siguiente página Web:

www.keysight.com/find/contactus

Garantía para accesorios

Keysight ofrece garantías de hasta tres meses para accesorios de productos a partir de la fecha de aceptación del usuario final.

Servicio de calibración estándar (opcional)

Keysight ofrece un contrato de servicio de calibración opcional por un período de tres años a partir de la fecha de aceptación del usuario final.

Devolución del instrumento a Keysight Technologies para su reparación

Antes de enviar el instrumento para que se lo repare o sustituya, Keysight recomienda que se adquieran las instrucciones de envío en el Centro de servicio de Keysight Technologies. Es importante comprender con claridad las instrucciones para que el envío sea seguro.

1. Escriba la siguiente información en una etiqueta y péguela en el instrumento.
   - Nombre y domicilio del dueño
   - Número de modelo del instrumento
   - Número de serie del instrumento
   - Descripción de la reparación requerida o indicaciones sobre la falla
2. Retire todos los accesorios del instrumento

   No incluya accesorios a menos que estén asociados con el inconveniente.
3. Cubra el instrumento con plástico o papel pesado para protegerlo.
4. Embálelo en goma espuma u otro material similar para protegerlo de los golpes y colóquelo en una caja sólida.

   Se recomienda utilizar la caja original o solicitar los materiales a la Oficina de ventas de Keysight Technologies. Si esto no fuera posible, coloque entre 8 y 10 cm (3 y 4 pulgadas) de material antigolpe y libre de estática alrededor del instrumento a fin de que no se mueva cuando lo transporten.
5. Selle la caja.
6. Indique en la caja que se trata de algo FRÁGIL.

   En la correspondencia posterior, refiérase al instrumento por su número de modelo y número completo de serie.

Keysight recomienda asegurar siempre los envíos.

Limpieza

Si hace falta limpiar el instrumento, siga estas instrucciones:

- Desconecte la alimentación
- Limpie las superficies externas del instrumento con un paño suave, apenas húmedo y que no suelte pelusa.
- Controle que el instrumento esté completamente seco antes de volver a conectar la alimentación.

No es necesario ni se recomienda desarmarlo para limpiarlo.

Sugerencias para solucionar problemas básicos

En esta sección se hacen sugerencias para resolver problemas generales que pueden surgir al utilizar el instrumento. Se indica qué hay que controlar en las siguientes situaciones:

- **Si la pantalla está en blanco**

✔ Controle que el botón de encendido del panel frontal se encuentre en la posición de encendido.

✔ Revise el estado de la batería. Si está descargada, cárguela.

✔ De ser necesario, comuníquese con el Centro de servicio de Keysight Technologies para recibir asistencia técnica.

- **Si no hay señal en pantalla**

✔ Restaure la configuración de fábrica presionando el botón Save/Recall Run/Stop del panel frontal. Presione F1 para ingresar al menú Save/Load Setup, en la página 1/4, y luego presione F1 para restaurar la configuración de fábrica.

✔ Controle que los cables de las sondas estén bien conectados y hagan contacto con las pinzas.

✔ Compruebe que el circuito de la prueba tenga alimentación, las pinzas de las sondas estén bien conectadas con los puntos de prueba del circuito, y exista conexión a tierra.

✔ Presione el botón Autoscale para que el instrumento dispare automáticamente la señal con la mejor imagen.

✔ De ser necesario, comuníquese con el Centro de servicio de Keysight Technologies para recibir asistencia técnica.

- **Si la señal en pantalla es extraña o inesperada**

✔ Revise si la división/tiempo horizontal está bien configurada para el rango de frecuencia esperado de las señales de entrada.

✔ Compruebe que todas las sondas estén conectadas a las señales correctas del circuito de la prueba y el conductor a tierra esté bien conectado a tierra en el circuito.

✔ El factor más importante para capturar la señal deseada es la configuración del disparo. Compruebe que la configuración sea correcta.

✔ Asegúrese de que la persistencia infinita del menú Display esté desactivada. Presione Clear Display para limpiar la pantalla.

✔ Presione el botón Autoscale para que el instrumento dispare automáticamente la señal con la mejor imagen.

✔ De ser necesario, comuníquese con el Centro de servicio de Keysight Technologies para recibir asistencia técnica.

- **Si no puede ver un canal**

✔ Restaure la configuración de fábrica presionando el botón Save/Recall Run/Stop del panel frontal. Presione F1 para ingresar al menú Save/Load Setup. En la página 1/4, presione F1 para restaurar la configuración de fábrica.

✔ Compruebe que el cable de las sondas esté bien conectado a la entrada.

✔ Controle que los cables de las sondas estén bien conectados y hagan contacto con las pinzas.

✔ Compruebe que el circuito de la prueba tenga alimentación, las pinzas de las sondas estén bien conectadas con los puntos de prueba del circuito, y exista conexión a tierra.

✔ Controle que el canal de la sonda correspondiente esté activado.

✔ Presione el botón Autoscale para que el instrumento configure automáticamente todos los canales.

✔ De ser necesario, comuníquese con el Centro de servicio de Keysight Technologies para recibir asistencia técnica.

NOTA Si el instrumento no responde, comuníquese con el Centro de servicio de Keysight Technologies más cercano para recibir asistencia.

7
Pruebas de rendimiento

Lista de equipos para pruebas 135
Pruebas de verificación del rendimiento del osciloscopio 137
Pruebas de verificación del rendimiento del multímetro 145
Calibración automática 152
Códigos de errores de la calibración automática 153

En esta sección se documentan los procedimientos de las pruebas de rendimiento. Se le explicará cómo verificar el funcionamiento del instrumento y realizar pruebas de rendimiento para garantizar que cumpla con las especificaciones. Esta sección se divide en dos partes: una para el rendimiento del osciloscopio y otra para el rendimiento del multímetro.

Intervalo de la prueba de rendimiento

La prueba descrita en esta sección puede realizarse para inspecciones futuras y debe llevarse a cabo en forma periódica para verificar que el osciloscopio cumpla con las especificaciones. El intervalo recomendado es una vez por año o tras 2000 horas de funcionamiento. También es bueno hacer la prueba tras las reparaciones o mejoras importantes.

Registro de la prueba de rendimiento

Se puede obtener un formulario de registro de pruebas en "“Registro de la prueba del osciloscopio digital portátil Keysight U1604B/U1604B” 156". En este registro se señalan las pruebas de rendimiento y los límites de las pruebas, y se incluyen columnas para indicar los resultados.

Calentamiento previo a la prueba

Para obtener resultados precisos, deje calentar el instrumento y el equipo de prueba 30 minutos y realice una calibración automática antes de comenzar. Consulte "“Calibración automática” 152" para obtener más información sobre cómo realizar una calibración automática.

NOTA

Si no se supera la prueba de calibración automática, envíe el instrumento al Centro de servicio de Keysight Technologies más cercano para que lo reparen.

Lista de equipos para pruebas

A continuación se presentan los equipos de pruebas recomendados para la verificación del rendimiento del osciloscopio.

Tabla 7-1 Lista de equipos para las pruebas de rendimiento del osciloscopio

Aplicación	Equipo	Especificaciones principales	Equipamiento recomendado
Precisión de la medición de voltaje	Calibrador / fuente de alimentación	Resolución de 5 mV a 35 VDC, 0.1 mV	FLUKE 5520A
	Multímetro digital	Precisión superior a 0.01%	Keysight 34,401A
	Cable	BNC, dos	Keysight 10503A
	Condensador de cortocircuito	BNC	Keysight 1250-0774
	Adaptador	BNC (f) a banana (m)	Keysight 1251-2277
	Adaptador	BNC en T (m) (f) (f)	Keysight 1250-0781
Ancho de Banda	Calibrador	ND	FLUKE 5520A
	Conductor	50&, conector BNC (m) y (f)	Keysight 11048C
	Cable	Tipo N (m), 24 pulgadas	Keysight 11,500B
Precisión de la base de tiempo	Calibrador	5 ppm después de media hora	FLUKE 5520A
precisión	Conductor	50&, conector BNC (m) y (f)	Keysight 10503A
	Cable	BNC, 3 pies de largo	Keysight 11048C
Sensibilidad del disparador	Calibrador	Ondas sinusoidales de 25 MHz, 60 MHz y 100 MHz.	FLUKE 5520A
	Distribuidor de alimentación	Las salidas difieren < 0.15 dB	Keysight 11,667B
	Cable	BNC, tres	Keysight 10503A
	Adaptador	N (m) a BNC (f), tres	Keysight 1250-0780
	Conductor	50&, conector BNC (m) y (f), dos	Keysight 11048C

A continuación se presentan los equipos de pruebas recomendados para la verificación del rendimiento del multímetro.

Tabla 7-2 Lista de equipos para las pruebas de rendimiento del multímetro

Aplicación	Equipamiento recomendado
Voltaje CC	FLUKE 5520A
Voltaje CA	FLUKE 5520A
Resistencia	FLUKE 5520A
Capacitancia	FLUKE 5520A
Comprobación de diodos	FLUKE 5520A
Continuidad	FLUKE 5520A

Pruebas de verificación del rendimiento del osciloscopio

Las pruebas de rendimiento verifican el sistema de adquisición y la precisión de las mediciones del canal para generar confianza en el funcionamiento del instrumento. Las pruebas de verificación del rendimiento se basan en las especificaciones del instrumento señaladas en el “Capítulo 9: Especificaciones y características”.

Prueba de verificación de la precisión de las mediciones de voltaje

Esta prueba verifica la precisión de las mediciones de voltaje. En esta prueba se medirá la salida de una fuente de alimentación mediante los cursores* dobles del instrumento y se compararán los resultados con la medición del multímetro.

Límites de la prueba: 50 mV/div a 100 V/div ± 3% de la escala completa†

5 mV/div a 20 mV/div ± 5% de la escala completa†

Consulte la Tabla 7-1 para ver el equipamiento requerido para esta prueba. Siga estos procedimientos para el canal 1 y repítalos para el canal 2.

1 Configure el instrumento.

- Fije en Voltios/div el valor de la primera línea de la Tabla 7-3.

* Puede encontrar instrucciones sobre la medición del cursor Y dual en página 72

† La escala completa en todos rangos son 8 divisiones multiplicadas por el valor de V/div.

Tabla 7-3 Configuración utilizada para verificar la precisión de las mediciones de voltaje

Voltios/div	Configuración de la fuente de alimentación	Límite mínimo de la prueba	Límite máximo de la prueba
100 V/div	250 V	226 V	274 V
50 V/div	250 V	238 V	262 V
20 V/div	120 V	115.2 V	124.8 V
10 V/div	60 V	57.6 V	62.4 V
5 V/div	30 V	28.8 V	31.2 V
2 V/div	12 V	11.52 V	12.48 V
1 V/div	6 V	5.76 V	6.24 V
0.5 V/div	3 V	2.88 V	3.12 V
0.2 V/div	1.2 V	1.152 V	1.248 V
100 mV/div	600 mV	576 mV	624 mV
50 mV/div	300 mV	288 mV	312 mV
20 mV/div	120 mV	112 mV	128 mV
10 mV/div	60 mV	56 mV	64 mV
5 mV/div	30 mV	28 mV	32 mV

- Seleccione el modo User del instrumento y presione la tecla programable F2 para seleccionar el modo Acquire. Presione F1 para seleccionar el modo de adquisición Average. Gire el control para seleccionar el número 8 para promediar (Avg 8). Presione el control giratorio para especificar la selección.
- Seleccione el modo Scope del instrumento y presione F3 para acceder al menú Delay. En la página 1/2 del menú Delay, configure la base de tiempo YT presionando F3.
- Presione [∿ Time ∿] y establezca el tiempo en 200 µs.
- Mueva la posición de la compensación de canal a -3 div. *(Esto sirve para permitir que la señal de entada completa se muestre en el rango completo.)*

2 Coloque el calibrador en el modo Standby (STBY).

3 Utilice el BNC en T y los cables para conectar el calibrador/la fuente de alimentación al instrumento y al multímetro como se muestra en la Figura 7-1.

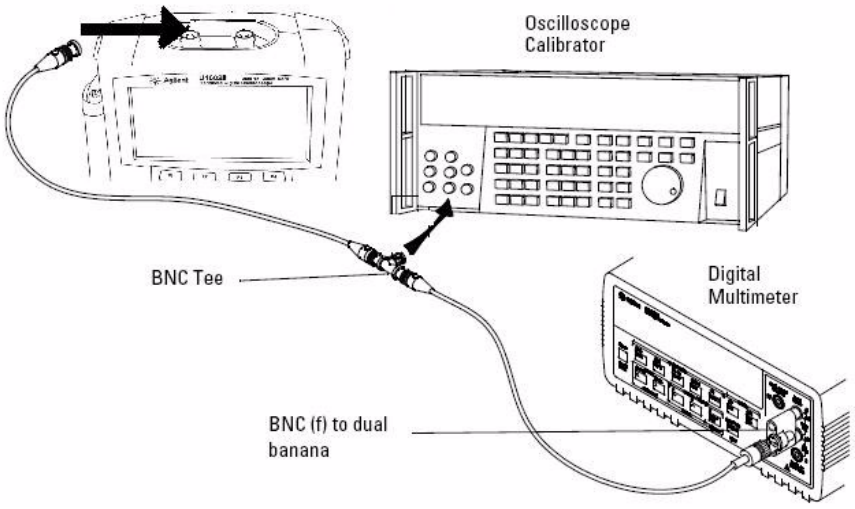


Figura 7-1 Conexión de prueba entre el calibrador, el instrumento y el multímetro digital

4 Active el Cursor Y y alinee el cursor Y1 con el trazado de la señal.

5 Ajuste la salida del calibrador y observe la medición en la pantalla del multímetro.

6 Aguarde unos segundos para que la medición se estabilice. Alinee el cursor Y2 con el trazado de la señal actualizado.

7 Compare los resultados de la medición (Delta) que se muestran en el instrumento y en el multímetro con los límites de pruebas correspondientes que se muestran en la Tabla 7-3.

8 Continúe controlando la precisión de la medición de voltaje con los otros valores de Voltios/div de la Tabla 7-3.

9 Después de revisar todos los valores de la fuente de alimentación, desconéctela del osciloscopio.

10 Lleve a cabo los mismos procedimientos de verificación en el canal 2.

Prueba de verificación de ancho de banda

Esta prueba verifica el ancho de banda del instrumento. En esta prueba, utilizará un calibrador del osciloscopio para producir una señal de onda sinusoidal de 1 MHz y frecuencia de ancho de banda (20 MHz y 40 MHz). Utilizará el voltaje pico a pico para verificar la respuesta del ancho de banda del instrumento.

U1604B

Límites de la prueba ≥ –3 dB a 20 MHz (Todos los canales)

U1604B

Límites de la prueba ≥ –3 dB a 40 MHz (Todos los canales)

Consulte la Tabla 7-1 para ver el equipamiento requerido para esta prueba.

NOTA

El calibrador del osciloscopio se suministra junto a 2 o más cables coaxiales N (m), BNC (m), de 1 metro de largo y Fluke P/N 686318.

1. Conecte la salida del calibrador mediante una terminación de conductor de 50 Ω en el canal 1 de entrada del instrumento.
2. Configure el instrumento.
   - Configure la base de tiempo en 500 ns/div.
   - Configure los Voltios/Div del canal 1 en 200 mV/div.
   - Seleccione el modo User del instrumento y presione la tecla programable F2 para seleccionar el modo Acquire.
   - Presione F1 para seleccionar el modo de adquisición Average. Gire el control para seleccionar el número 8 para promediar (Avg 8). Presione el control giratorio para especificar la selección.
3. Configure el calibrador en "Level Sine" y OPR/STBY en "OPR". Configure el calibrador en 1 MHz y establezca 6 divisones de amplitud.

4 Presione Autoscale en el instrumento.

5 Seleccione el modo Measure, presione F1 para activar la medición automática de Measure 1. Gire el control para seleccionar la medición del voltaje pico a pico (Pk-Pk) en la lista de mediciones automáticas.

Aguarde unos segundos para que la medición se estabilice.

6 Observe la medición de Pk-Pk en la línea de medición de la pantalla. Anote la medición: Vp-p = _____ V. (consulte “Registro de la prueba del osciloscopio digital portátil Keysight U1604B/U1604B 156”)

7 Cambie la frecuencia del generador de señal al valor indicado a continuación para su instrumento.

Tabla 7-4 Configuración de la frecuencia del generador de señal

Canal seleccionado	U1604B	U1604B
Canal 1	20 MHz	40 MHz
Canal 2	20 MHz	40 MHz

8 Cambie la base de tiempo a 50 ns/div.

9 Aguarde unos segundos para que la medición se estabilice.

10 Observe la medición de Pk-Pk en la línea de medición de la pantalla.

11 Anote la medición: Vp-p = _____ mV.

12 Calcule la respuesta de ancho de banda (dB) mediante la siguiente fórmula:

$$\mathbf{20log_{10}\ [Lectura\ del\ paso\ \#11\ /\ Lectura\ del\ paso\ \#6]}$$

13 El resultado del paso 12 debe estar ≥ –3.0 dB.

14 Mueva el cable de la entrada del canal 1 a la del 2 y repita allí los mismos procedimientos de verificación.

Prueba de verificación de la precisión de Horizontal Δt y 1/Δt

Esta prueba verifica la precisión de horizontal Δt y 1/ Δt. En esta prueba, utilizará el osciloscopio para medir la salida de un generador de marcas de tiempo.

Límites de la prueba: ± 3% de medición ± 0.4% de pantalla

Consulte en la Tabla 7-1 el equipamiento necesario para la prueba de verificación de precisión horizontal de Δt y 1/ Δt.

1. Conecte el calibrador al canal 1 del instrumento mediante una terminación de conductor de 50 Ω .
2. Configure la fuente de la señal.
   - Seleccione Marker en el calibrador
   - Configure el calibrador para marcadores de 100 μs.
   - Configure la onda del punto en ek calibrador.
3. Configure el osciloscopio.
   - Presione la tecla Autoscale.
   - Configure la base de tiempo en 20 μs/div.
   - Seleccione el modo Scope y presione F3 para acceder al menú Delay.
   - Configure la Time Reference en Left con F2.
   - Ajuste el nivel de disparo para obtener una imagen estable. -{}-
4. Seleccione el modo Measure, presione F1 para activar la medición automática de Measure 1. Gire el control para seleccionar la medición de frecuencia en la lista de mediciones automáticas. Configure Measure 2 para la medición de período. Mida lo siguiente:
   - Frecuencia de 10 kHz: los límites de la prueba son 9.63 kHz a 10.4 kHz.
   - Período de 100 μs: los límites de la prueba son 96.2 μs a 103.8 μs.
5. Cambie el calibrador a marcadores de 1 µs y a una base de tiempo de 250 ns/div. Ajuste el nivel de disparo para obtener una imagen estable.
6. Mida lo siguiente:
   - Frecuencia de 1 MHz: los límites de la prueba son 962 kHz a 1.04 MHz.
   - Período de 1 μs: los límites de la prueba son 0.96 μs a 1.04 μs.

U1604B

1 Cambie el calibrador a marcadores de 50 ns y a una base de tiempo de 50 ns/div. Ajuste el nivel de disparo para obtener una imagen estable.

2 Mida lo siguiente:

- Frecuencia de 20 MHz: los límites de la prueba son 18.69 MHz a 21.51 MHz.
- Período de 50 ns: los límites de la prueba son 46.5 ns a 53.5 ns.

U1604B

1 Cambie el calibrador a marcadores de 25 ns y a una base de tiempo de 10 ns/div. Ajuste el nivel de disparo para obtener una imagen estable.

2 Mida lo siguiente:

- Frecuencia de 40 MHz: los límites de la prueba son 38.24 MHz a 41.93 MHz.
- Período de 25 ns: los límites de la prueba son 23.85 ns a 26.15 ns.

Prueba de verificación de sensibilidad del disparador

Esta prueba verifica la sensibilidad del disparador. En esta prueba, se envía una onda sinusoidal al instrumento y se reduce la amplitud de la señal a los niveles especificados. Controle si el osciloscopio sigue disparando. Luego repetirá los mismos procedimientos para el límite máximo de ancho de banda de cada modelo.

Límites de la prueba para el disparador:

- 5Mhz a 0.8 div
- 20MHz y 40MHz a 1 div

Consulte la Tabla 7-1 para ver el equipamiento requerido para esta prueba.

1 Conecte el calibrador al canal 1 mediante un conductor de 50 Ω en la entrada del osciloscopio.

2 Verifique la sensibilidad del disparador a 5 MHz, 0.8 div.

- Configure el calibrador en "nivel sinusoidal" y OPR/STBY en el modo "OPR".
- Configure la salida del calibrador en 5 MHz y la amplitud en 100 mVp-p.
- Presione la tecla Autoscale.
- Configure la base de tiempo en 50 ns/div.
- Configure el canal 1 en 100 mV/div.
- Reduzca la señal de salida del calibrador hasta que aparezca la división vertical 0.8 de la señal.
- El disparador se estabiliza cuando la forma de onda en pantalla está estable. Si el disparador no se estabiliza, pruebe ajustar el nivel de disparo. Si así logra estabilizar la forma de onda, la prueba se considera aprobada de todas formas.

3 Verifique la sensibilidad del disparador al máximo de ancho de banda y 1 div.

- Cambie la señal de salida del calibrador a 40 MHz para el modelo U1604B o a 20 MHz para el modelo U1604B, y configure la amplitud en 100 mVp-p.
- Presione la tecla autoscale.
- Configure la base de tiempo en 10 ns/div.
- Reduzca la señal de salida del calibrador hasta que aparezca la división vertical 1 de la señal.
- El disparador se estabiliza cuando la forma de onda en pantalla está estable. Si el disparador no se estabiliza, pruebe ajustar el nivel de disparo. Si así logra estabilizar la forma de onda, la prueba se considera aprobada de todas formas.

4 Lleve a cabo los mismos procedimientos de verificación en el canal 2.

Pruebas de verificación del rendimiento del multímetro

Las pruebas de verificación de rendimiento sirven para controlar el rendimiento de las mediciones del multímetro del instrumento. Las pruebas de verificación del rendimiento se basan en las especificaciones del instrumento señaladas en el “Capítulo 8: Especificaciones y características”.

ADVERTENCIA

Algunas de las pruebas utilizan alto voltaje, por lo tanto, se recomienda que sólo las lleve a cabo personal calificado.

Para prevenir electrochoques y lesiones, siempre coloque el calibrador en el modo Standby (STBY) antes de iniciar la prueba de verificación.

Prueba de verificación de voltaje de CC

1. Coloque el calibrador en el modo Standby (STBY).
2. Seleccione el modo Meter del instrumento y presione la tecla programable F1 para seleccionar el voltímetro.
3. Presione F1 para seleccionar la medición de voltaje de CC.
4. Conecte el calibrador a la entrada del instrumento y a la terminal a tierra como se muestra en la Figura 7-2 mediante un conector de tipo banana.
5. Seleccione cada función y rango en el orden indicado en la Tabla 7-5 y aplique los valores del calibrador allí señalados.
6. Compare los resultados de las mediciones con los límites de las pruebas mencionados en la misma tabla.

Tabla 7-5 Prueba de verificación de voltios de CC

Voltaje del calibrador	Función	Rango	Límite mínimo	Límite máximo
600 mV	Voltios de CC	600 mV	597.7 mV	602.3 mV
6 V		6 V	5.977 V	6.023 V
30 V		60 V	29.86 V	30.14 V
60 V		60 V	59.77 V	60.23 V
600 V		600 V	597.7 V	602.3 V

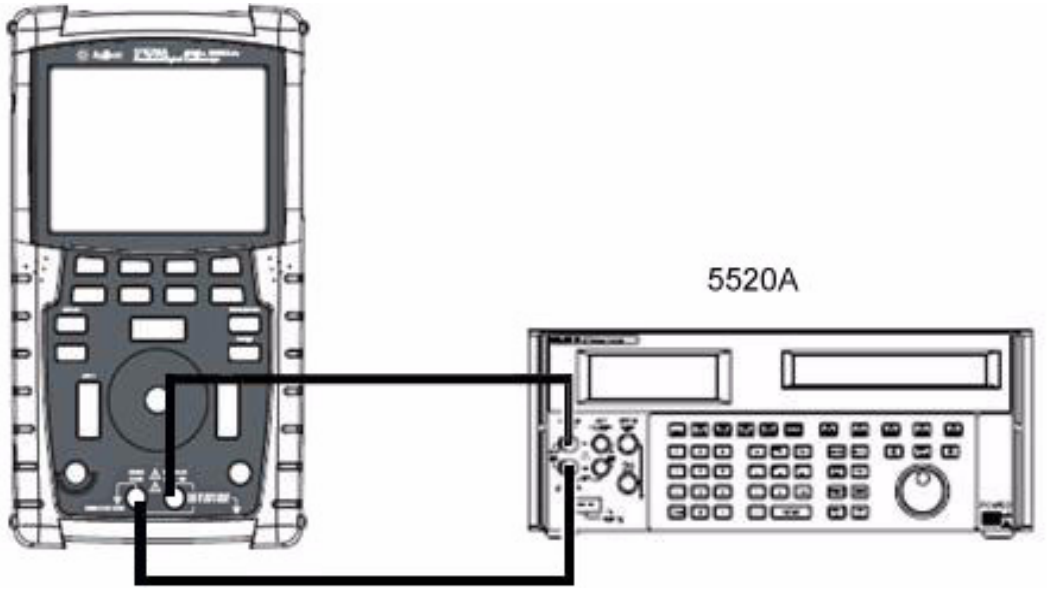


Figura 7-2 Conexiones del calibrador al instrumento para la prueba

Prueba de verificación de voltaje de CA

1. Coloque el calibrador en el modo Standby (STBY).
2. Seleccione el modo Meter del instrumento y presione la tecla programable F1 para seleccionar el Voltmeter.
3. Presione F1 para seleccionar la medición de voltaje de CA.
4. Conecte el calibrador a la entrada del instrumento y a la terminal a tierra como se muestra en la Figura 7-2 mediante un conector de tipo banana.
5. Seleccione cada función y rango en el orden indicado en la Tabla 7-6. Aplique los valores del calibrador allí señalados.
6. Compare los resultados de las mediciones con los límites de las pruebas mencionados en la misma tabla.

Tabla 7-6 Prueba de verificación de voltios de CA

Voltaje del calibrador	Frecuencia del calibrador	Rango	Límite mínimo	Límite máximo
6 V	1kHz	6 V	5.928 V	6.072 V
6 V	30 kHz	6 V	5.808V	6.192 V
60 V	1 kHz	60 V	59.28 V	60.72 V
60 V	30 kHz	60 V	58.08 V	61.92 V
300 V	50 Hz	600 V	295.80 V	304.2 V
540 V	1 kHz	600 V	533.40 V	546.60 V
590 V	10 kHz	600 V	571.1 V	608.9 V

Prueba de verificación de resistencia

1. Coloque el calibrador en el modo Standby (STBY).
2. Seleccione el modo Meter del instrumento y presione la tecla programable F2 para seleccionar el ohmmeter.
3. Presione F1 para seleccionar la medición de resistencia.
4. Conecte el calibrador a la entrada del instrumento y a la terminal a tierra como se muestra en la Figura 7-2 mediante un conector de tipo banana.
5. Seleccione cada función y rango en el orden indicado en la Tabla 7-7. Aplique los valores del calibrador allí señalados.
6. Compare los resultados de las mediciones con los límites de las pruebas mencionados en la misma tabla.

Tabla 7-7 Prueba de verificación de resistencia

Configuración del calibrador	Función	Rango	Límite mínimo	Límite máximo
600 Ω	Ohms de dos cables	600 Ω	595.8 Ω	604.2 Ω
6 kΩ		6 kΩ	5.958 kΩ	6.042 kΩ
60 kΩ		60 kΩ	59.58 kΩ	60.42 kΩ
600 kΩ		600 kΩ	595.8 kΩ	604.2 kΩ
3 MΩ		6 MΩ	2.973 MΩ	3.027 MΩ
6 MΩ		6 MΩ	5.958 MΩ	6.042 MΩ
60 MΩ		60 MΩ	59.28 MΩ	60.72 MΩ

Prueba de verificación de capacitancia

1. Coloque el calibrador en el modo Standby (STBY).
2. Seleccione el modo Meter del instrumento y presione la tecla programable F2 para seleccionar el ohmmeter.
3. Presione F1 para seleccionar la medición de capacitancia.
4. Conecte el calibrador a la entrada del instrumento y a la terminal a tierra como se muestra en la Figura 7-2 mediante un conector de tipo banana.
5. Seleccione cada función y rango en el orden indicado en la Tabla 7-8. Aplique los valores del calibrador allí señalados.
6. Compare los resultados de las mediciones con los límites de las pruebas mencionados en la misma tabla.

Tabla 7-8 Prueba de verificación de capacitancia

Configuración del calibrador	Función	Rango	Límite mínimo	Límite máximo
60 nF	Capacitancia	60 nF	58.68 nF	61.32 nF
600 nF		600 nF	586.8 nF	613.2 nF
6 μF		6 μF	5.868 μF	6.132 μF
36 μF		60 μF	35.16 μF	36.84 μF
60 μF		60 μF	58.68 μF	61.32 μF
300 μF		300 μF	293.4 μF	306.6 μF

Prueba de verificación de diodos

1. Coloque el calibrador en el modo Standby (STBY).
2. Seleccione el modo Meter del instrumento y presione la tecla programable F2 para seleccionar el ohmmeter.
3. Presione F1 para seleccionar la comprobación de diodos.
4. Conecte el calibrador a la entrada del instrumento y a la terminal a tierra como se muestra en la Figura 7-2 mediante un conector de tipo banana.
5. Seleccione cada función y rango en el orden indicado en la Tabla 7-9. Aplique los valores del calibrador allí señalados.
6. Compare los resultados de las mediciones con los límites de las pruebas mencionados en la misma tabla.

Tabla 7-9 Prueba de verificación de diodos

Voltaje del calibrador	Función	Límite mínimo	Límite máximo
0.9 V	Diodo	0.8812 V	0.9188 V

Prueba de verificación de continuidad

1. Coloque el calibrador en el modo Standby (STBY).
2. Seleccione el modo Meter del instrumento y presione la tecla programable F2 para seleccionar el ohmmeter.
3. Presione F1 para seleccionar la comprobación de continuidad.
4. Conecte el calibrador a la entrada del instrumento y a la terminal a tierra como se muestra en la Figura 7-2 mediante un conector de tipo banana.
5. Aplique una salida de resistencia de 30 Ω del calibrador y se oirá un sonido.
6. Aplique una salida de resistencia de 75 Ω del calibrador y se no oirá un sonido.

Calibración automática

Esta opción consiste en una rutina de alineamiento interno automático para optimizar la transmisión de la señal que afecta los parámetros del disparador, la compensación y la sensibilidad del canal. Se recomienda llevar a cabo esta tarea en las siguientes situaciones:

- Cada 12 meses o tras 2000 horas de uso
- Si la temperatura ambiente es > 10°C que la temperatura de calibración
- Si desea incrementar la precisión de las mediciones
- Tras un funcionamiento extraño.
- Para comprobar que funcione bien luego de una reparación.

ADVERTENCIA **Desconecte todas las conexiones de medidores y sondas de la terminal de entrada del instrumento. Deje el instrumento calentándose al menos 30 minutos antes de cada calibración automática.**

Para iniciar la calibración automática, haga lo siguiente:

1. Presione el botón User para acceder al modo Utility con la tecla programable F4.
2. En la página 3/4 del modo Utility, presione F1 para iniciar la calibración automática.

Aparece un cuadro de diálogo donde se indica al usuario que desconecte todas las conexiones de entrada del instrumento antes de presionar F1 para iniciar la calibración automática.

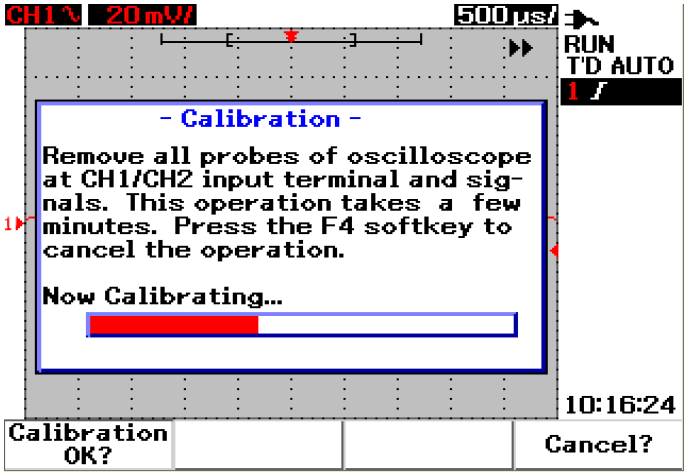


Figura 7-3 Cuadro de diálogo de la calibración automática

Códigos de errores de la calibración automática

Los siguientes códigos de errores indican fallas que pueden surgir durante la calibración automática del instrumento.

Tabla 7-10 Códigos de errores de la calibración automática

Error de compensación	Número de bit	Descripción
TE4	[14]	Error de calibración de nivel de disparo en la segunda fuente de entrada del canal 2 en disparador de patrón.
TE3	[13]	Error de calibración de nivel de disparo en la segunda fuente de entrada del canal 1 en disparador de patrón.
TE2	[12]	Error de calibración de nivel de disparo de la fuente del disparador del canal 2 en acoplamiento de disparador de CC.
TE1	[11]	Error de calibración de nivel de disparo en acoplamiento de disparador de CA para ambos canales.
TE0	[10]	Error de calibración de nivel de disparo de la fuente del disparador del canal 1 en acoplamiento de disparador de CC.
OE9	[9]	Error de calibración de ganancia de compensación para el canal 2
OE8	[8]	Error de calibración de ganancia de compensación para el canal 1
OE7	[7]	Segundo error de calibración de compensación de ceros para el canal 2 en el rango de 5 mV/div a 20 mV/div.
OE6	[6]	Segundo error de calibración de compensación de ceros para el canal 1 en el rango de 5 mV/div a 20 mV/div.
OE5	[5]	Segundo error de calibración de compensación de ceros para el canal 2 en el rango de 50 mV a 100 V/div.
OE4	[4]	Segundo error de calibración de compensación de ceros para el canal 1 en el rango de 50 mV a 100 V/div.
OE3	[3]	Primer error de calibración de compensación de ceros para el canal 2 a 125 ns/div
OE2	[2]	Primer error de calibración de compensación de ceros para el canal 1 a 125 ns/div
OE1	[1]	Primer error de calibración de compensación de ceros para el canal 2 con las siguientes condiciones: • todas las divisiones de base de tiempo excepto 125 ns/div • al utilizar ambos canales a 125 ns/div
OE0	[0]	Primer error de calibración de compensación de ceros para el canal 1 con las siguientes condiciones: • todas las divisiones de base de tiempo excepto 125 ns/div • al utilizar ambos canales a 125 ns/div

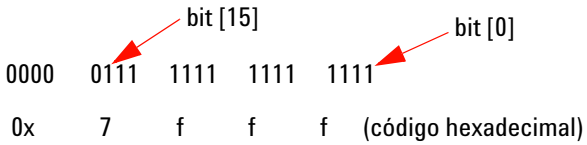
NOTA

- OE: error de calibración de compensación de ceros
- TE: error de calibración de nivel de disparo

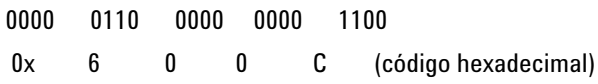
Los códigos de errores de la calibración automática contienen 15 bits (de 0 a 14, como se muestra en la columna Número de bit de la Tabla 6-1). El número de bit se expresa en hexadecimales, donde “0” es aprobado y “1” no aprobado. Observe los siguientes ejemplos:

1 En el estado de todo aprobado, el instrumento indica “OK” en lugar del código hexadecimal (0x0000)

2 En el estado de nada aprobado, el instrumento indica 0x7fff.



3 Si surgen varios errores en TE3, TE4, OE2 y OE3, aparecerá el código hexadecimal “0x600C” como resultado de la calibración automática.



Registro de la prueba del osciloscopio digital portátil Keysight U1604B/U1604B

Número de serie _____ Encargado de la prueba _____
Intervalo de la prueba _____ Número de orden de trabajo _____
Siguiente prueba recomendada _____ Temperatura _____

Pruebas de verificación del rendimiento del osciloscopio

Precisión de la medición de voltaje

Volt/div	Configuración de la fuente de alimentación	Límites de la prueba	Canal 1	Canal 2
100 V/div	250 V	226 V a 274 V		
50 V/div	250 V	238 V a 262 V		
20 V/div	140 V	135.2 V a 144.8 V		
10 V/div	70 V	67.6 V a 72.4 V		
5 V/div	35 V	33.8 V a 36.2 V		
2 V/div	14 V	13.52 V a 14.48 V		
1 V/div	7 V	6.76 V a 7.24 V		
0.5 V/div	3.5 V	3.38 V a 3.62 V		
0.2 V/div	1.4 V	1.352 V a 1.448 V		
0.1 V/div	700 mV	676 mV a 724 mV		
50 mV/div	350 mV	338 mV a 362 mV		
20 mV/div	140 mV	132 mV a 148 mV		
10 mV/div	70 mV	66 mV a 74 mV		
5 mV/div	35 mV	33 mV a 37 mV		

Ancho de Banda

Modelo	Límites de la prueba	Canal 1	Canal 2
U1604B	±3 dB a 20 MHz		
U1604B	±3 dB a 40 MHz		

Precisión de la base de tiempo horizontal

Modelo	Configuración del calibrador	Límite de la prueba	Resultados
U1604B	Frecuencia: 10 kHz	9.63 kHz a 10.4 kHz	
	Período: 100 μs	96.2 μs a 103.8 μs	
	Frecuencia: 1 MHz	962 kHz a 1.04 MHz	
	Período: 1 μs	0.96 μs a 1.04 μs	
	Frecuencia: 20 MHz	18.69 MHz a 21.51 MHz	
	Período: 50 ns	46.5 ns a 53.5 ns	

U1604B	Frecuencia: 10 kHz	9.63 kHz a 10.4 kHz	_____
	Período: 100 μs	96.2 μs a 103.8 μs	_____
	Frecuencia: 1 MHz	962 kHz a 1.04 MHz	_____
	Período: 1 μs	0.96 μs a 1.04 μs	_____
	Frecuencia: 40 MHz	38.24 MHz a 41.93 MHz	_____
	Período: 25 ns	23.85 ns a 26.15 ns	_____

Sensibilidad del disparador

Configuración del calibrador	Límites de la prueba	Canal 1	Canal 2
100 mVp-p a 5 MHz	0.8 divisiones a 5 MHz	[PASÓ/FALLÓ]	[PASÓ/FALLÓ]
100 mVp-p a 20 MHz	1 divisiones a 20 MHz (U1604B)	[PASÓ/FALLÓ]	[PASÓ/FALLÓ]
100 mVp-p a 40 MHz	1 divisiones a 40 MHz (U1604B)	[PASÓ/FALLÓ]	[PASÓ/FALLÓ]

Pruebas de verificación del rendimiento del multímetro

Prueba de verificación de voltaje de CC

Voltaje del calibrador	Rango	Límite de la prueba	Resultados
600 mV	600 mV	597.7 mV a 602.3 mV	
6 V	6 V	5.977 V a 6.023 V	_____
30 V	60 V	29.86 V a 30.14 V	_____
60 V	60 V	59.77 V a 60.23 V	_____
600 V	600 V	597.7 V a 602.3 V	_____
			_____

Prueba de verificación de voltaje de CA

Voltaje del calibrador	Rango	Límite de la prueba	Resultados
6 V a 1 kHz	6 V	5.928 V a 6.072 V	
6 V a 30 kHz	6 V	5.808 V a 6.192 V	_____
60 V a 1 kHz	60 V	59.28 V a 60.72 V	_____
60 V a 30 kHz	60 V	58.08 V a 61.92 V	_____
300 V a 50 Hz	600 V	295.80 V a 304.20 V	_____
540 V a 1 kHz	600 V	533.40 V a 546.60 V	_____
590 V a 10 kHz	600 V	571.1 V a 608.9 V	_____
			_____

Prueba de verificación de resistencia (ohms de dos cables)

Configuración del calibrador	Rango	Límite de la prueba	Resultados
600 Ω	600 Ω	595.8 Ω a 604.2 Ω	_____
6 kΩ	6 kΩ	5.958 kΩ a 6.042 kΩ	_____
60 kΩ	60 kΩ	59.58 kΩ a 60.42 kΩ	_____
600 kΩ	600 kΩ	595.8 kΩ a 604.2 kΩ	_____
3 MΩ	6 MΩ	2.973 MΩ a 3.027 MΩ	_____
6 MΩ	6 MΩ	5.958 MΩ a 6.042 MΩ	_____
60 MΩ	60 MΩ	59.28 MΩ a 60.72 MΩ	_____

Prueba de verificación de capacitancia

Configuración del calibrador	Rango	Límite de la prueba	Resultados
60 nF	60 nF	58.68 nF a 61.32 nF	_____
600 nF	600 nF	586.8 nF a 613.2 nF	_____
6 μF	6 μF	5.868 μF a 6.132 μF	_____
36μF	60 μF	35.16 μF a 36.84 μF	_____
60 μF	60 μF	58.68 μF a 61.32 μF	_____
300 μF	300 μF	293.4 μF a 306.6 μF	_____

Prueba de verificación de diodos

Voltaje del calibrador	Límite de la prueba	Resultados
0.9 V	0.8812 V a 0.9188 V	_____

Prueba de verificación de continuidad

Configuración del calibrador	Condición	Resultados (sonido: aprobada)
30 Ω	sonidos del zumbador	[PASÓ/FALLÓ]
75 Ω	zumbador ningunos sonidos	[PASÓ/FALLÓ]

8
Desarmado general

Desarmado mecánico 160
Piezas de repuesto 172

En este capítulo se brindan instrucciones paso a paso para desarmar el instrumento e instalar piezas de repuesto. Para volver a armar el instrumento, siga las instrucciones en el orden inverso.

Las piezas de las siguientes imágenes se incluyen a modo de ejemplo y pueden lucir diferente a las de su instrumento.

Entre las piezas desmontables se incluyen las siguientes:

- Base
- Batería
- Manija
- Carcasa frontal y posterior
- Teclado
- Placa del sistema
- Pantalla LCD

ADVERTENCIA **PELIGRO DE ELECTROCHOQUES. Sólo el personal de reparación calificado y conciente de los peligros debe encargarse de extraer las cubiertas del instrumento. Para prevenir electrochoques y lesiones, asegúrese de desconectar el cable de alimentación del instrumento antes de extraer las cubiertas. Algunos circuitos están activos y reciben alimentación aunque el interruptor de encendido se encuentre en la posición de apagado. Aguarde al menos tres minutos para que se descarguen los condensadores del instrumento antes de comenzar a desarmarlo.**

PRECAUCIÓN NO DAÑE LOS COMPONENTES ELECTRÓNICOS

LAS DESCARGAS ELECTROSTÁTICAS (ESD) pueden dañar los componentes electrónicos. Tenga precaución con estas descargas al seguir las instrucciones de este capítulo. Como mínimo, debe colocar el instrumento en una alfombra con conexión a tierra y protección para ESD y llevar una correa con las mismas características.

Desarmado mecánico

Siga las instrucciones de esta sección para desarmar el instrumento.

ADVERTENCIA **Tras desarmarlo, debe ajustar la calibración para garantizar la precisión de las mediciones del osciloscopio y el multímetro. Sólo el personal de reparaciones calificado está autorizado a ajustar la calibración. Cuando decida calibrar el instrumento, envíelo al Centro de servicio de Keysight Technologies más cercano.**

Para extraer la base

1 Extraiga el cable de alimentación y todas las conexiones del instrumento.

2 Empuje y levante con suavidad cualquier costado de la base, tal como se muestra en la Figura 8-1.

Figura 8-1 Empuje en la dirección de la flecha para retirar la base

3 Extraiga la base del panel posterior del instrumento.

Figura 8-2 Extraiga la base del instrumento

Para extraer la batería

ADVERTENCIA **Para prevenir electrochoques, asegúrese de desconectar todas las entradas y los cables de alimentación del instrumento. No utilice el instrumento hasta colocar bien las cubiertas de la batería.**

Existen dos formas de extraer la batería del instrumento:

- sin la base
- con la base instalada (para sustituir la batería)

Para extraer la batería si la base no está instalada, siga estas instrucciones y luego los procedimientos de extracción de la batería:

- Para extraer la base

1 Retire los dos tornillos señalados en la Figura 8-3.

Figura 8-3 Extraiga los tornillos de la cubierta de la batería

2 Abra la cubierta de la batería y retire el conector de tres cables de la placa PCBA con una pinza.

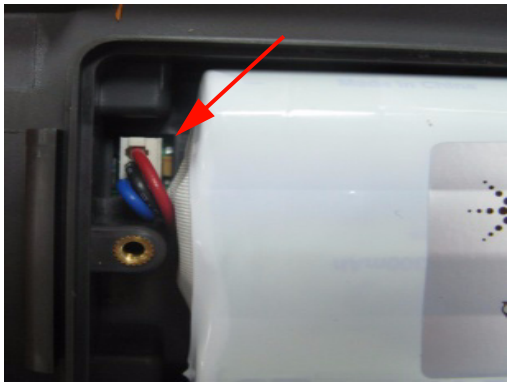


Figura 8-4 Extraiga el conector de tres cables de la placa PCBA con una pinza

Para sustituir la batería

ADVERTENCIA

Para prevenir electrochoques o incendios al sustituir la batería:

- **Desconecte los cables de prueba, las sondas y la alimentación antes de abrir la carcasa o la puerta de la batería.**
- **No utilice el instrumento con la cubierta de la batería abierta.**
- **Sólo utilice los cables y las sondas con aislamiento especificados.**
- **Sólo sustituya las baterías con el paquete personalizado de 7.2 V Ni-MH.**

Para sustituir la batería sin extraer la base, siga estos pasos:

1 Extraiga los dos tornillos señalados en la Figura 8-3 y abra la cubierta de la batería.

Figura 8-5 Extraiga la cubierta de la batería sin retirar la base

2 Utilice una pinza para desconectar con suavidad el conector de clavijas de la batería por el orificio de la base tal como se muestra en la Figura 8-6.

Figura 8-6 Desconecte el conector de tres cables con una pinza.

3 Instale y vuelva a colocar una batería nueva siguiendo las instrucciones en el orden inverso.

ADVERTENCIA **No utilice baterías no recargables (alcalinas, zinc-carbono, etc.) con el adaptador de alimentación de CA conectado.**

NOTA Para sustituir la batería, asegúrese de que la nueva quede ubicada con la polaridad correcta en el compartimiento y haya buen contacto en la conexión de tres cables con la placa PCBA. Coloque la batería en el instrumento siguiendo las instrucciones de extracción en el orden inverso.

Para extraer la manija

1 Siga estos procedimientos:

- Para extraer la base
- Para extraer la batería

2 Para retirar la cubierta frontal y la posterior, retire de la cubierta de plástico todos los tornillos señalados en la Figura 8-7.

Figura 8-7 Extraiga los tornillos de la cubierta posterior

3 Levante con suavidad el panel frontal y retire de la abrazadera el gancho de la manija.

Figura 8-8 Extraiga la manija del instrumento

Para extraer la carcasa frontal y la posterior

1 Siga estos procedimientos:

- Para extraer la base
- Para extraer la batería
- Para extraer la manija

2 Luego de realizar los dos procedimientos descriptos anteriormente, retire con suavidad las carcasas frontal y posterior del instrumento.

3 Retire de la terminal de entrada del multímetro la arandela y el conector. Extraiga del instrumento el conector de alimentación de CA y déjelo en un lugar seguro para cuando vuelva a armarlo.

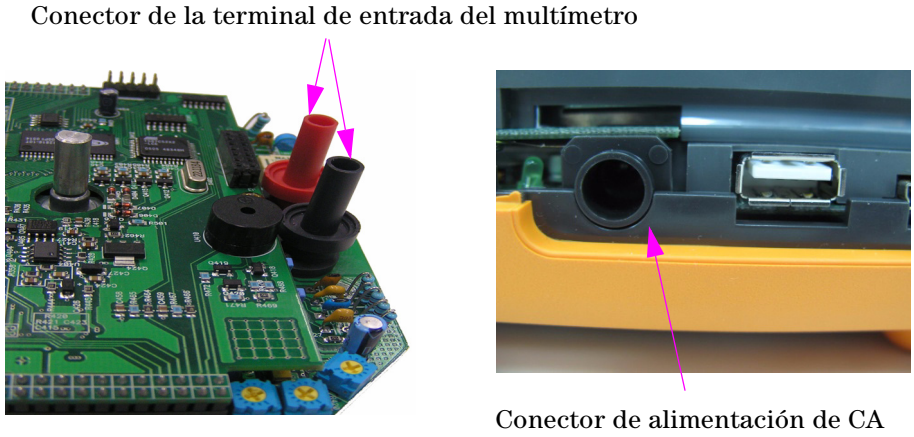


Figura 8-9 Extraiga las piezas de uso normal y resérvelas para el proceso de rearmado

Figura 8-10 Extraiga la carcasa frontal (derecha) y la posterior (izquierda) de la PCBA del instrumento

Para extraer el teclado

1 Siga estos procedimientos:

- Para extraer la base
- Para extraer la batería
- Para extraer la manija
- Para extraer la carcasa frontal y la posterior

2 Afloje los tornillos señalados en la Figura 8-11 para retirar la placa de la interfaz del teclado.

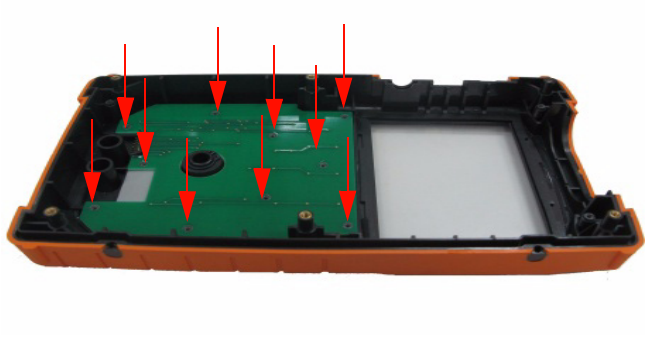


Figura 8-11 Extraiga los diez tornillos de la cubierta frontal

3 Retire la placa de la interfaz del teclado y tire del teclado de goma de la cubierta frontal.

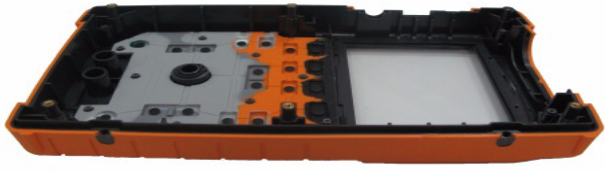


Figura 8-12 Extraiga el teclado de la cubierta frontal

Para desmontar placas del sistema

1 Siga estos procedimientos:

- Para extraer la base
- Para extraer la batería
- Para extraer la manija
- Para extraer la carcasa frontal y la posterior

2 En la Figura 8-10 se aprecia de frente la placa PCBA. Voltéela para que la pantalla LCD quede boca abajo y retire los tornillos señalados en la Figura 8-13.

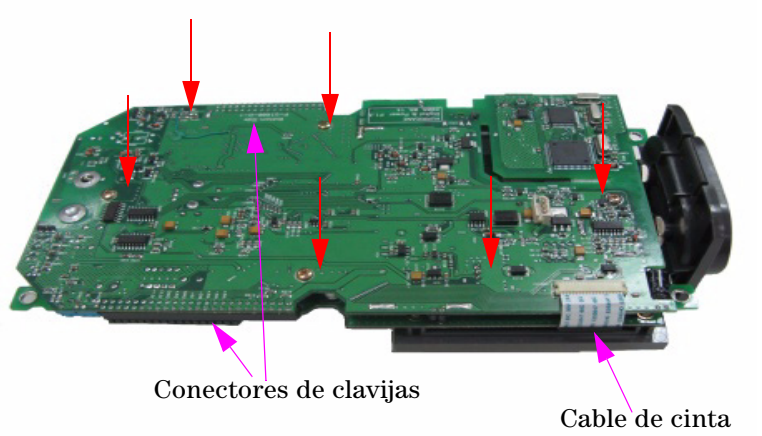


Figura 8-13 Extraiga los seis tornillos y el cable de cinta de la placa PCBA

3 Desconecte con suavidad de la placa PCBA el cable de cinta de la pantalla LCD.

4 Desconecte los conectores de clavijas de ambos costados de la placa PCBA señalados en la Figura 8-13.

5 Separe con suavidad las placas PCBA.

- La primera placa PCBA, que tiene la pantalla LCD, es la placa de medición del multímetro.
- La segunda es la de medición del osciloscopio.

Para extraer la pantalla LCD

1 Siga estos procedimientos:

- Para extraer la base
- Para extraer la batería
- Para extraer la manija
- Para extraer la carcasa frontal y la posterior
- Para desmontar placas del sistema

2 Retire los cuatro tornillos señalados en la Figura 8-14.

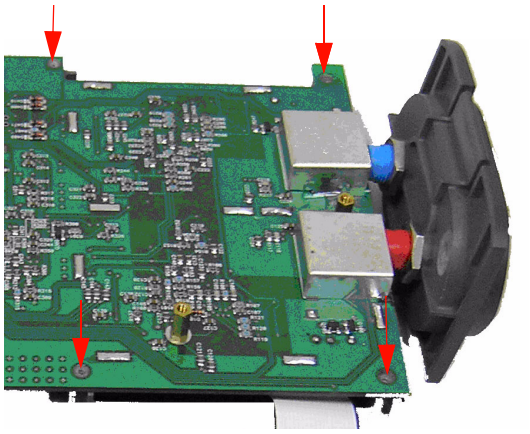


Figura 8-14 Extraiga los cuatro tornillos para desmontar la pantalla LCD

NOTA Para volver a armar el instrumento, siga las instrucciones de este capítulo en el orden inverso.

Piezas de repuesto

En esta sección se brinda información para solicitar piezas de repuesto para el instrumento. La lista de piezas de repuesto de la Tabla 8-1 incluye una breve descripción y el número de pieza de cada una como referencia.

Las piezas de repuesto se pueden solicitar a Keysight por el número de pieza enumerado en la Tabla 8-1. Para solicitarlas, haga lo siguiente:

1. Comuníquese con la oficina de ventas o el centro de servicio de Keysight más cercano.
2. Identifique las piezas por el número señalado en la lista.
3. Mencione el número de modelo y de serie del instrumento.

Tabla 8-1 Lista de piezas de repuesto

Número de pieza	Descripción
U1602-38300	Teclado
U1602-46403	Cubierta de la batería
U1602-44702	Base
U1602-30004	Manija de correa

NOTA No todas las piezas mencionadas en este capítulo están disponibles como piezas de repuesto.

9
Características y especificaciones

Especificaciones 174
Características 177
Características generales 183
Condiciones ambientales 185
Grado de contaminación 185
Categoría de medición 186
Definiciones de las categorías de medición 186

En este capítulo se listan especificaciones, características, condiciones ambientales y categorías de medición del osciloscopio Keysight U1602B y U1604B.

Especificaciones

Se garantizan todas las especificaciones. Las especificaciones son válidas tras un período de calentamiento de 30 minutos y ± 10 °C dentro de la temperatura de calibración del firmware.

Tabla 9-1 Especificaciones garantizadas

ESPECIFICACIONES DEL OSCILOSCOPIO	
Sistema vertical: Canales del osciloscopio	
Ancho de banda (–3 dB)	U1602B: CC a 20 MHz
	U1604B: CC a 40 MHz
Precisión de ganancia vertical de CC	5 mV/div a 20 mV/div: ± 5% de la escala completa
	50 mV/div a 100 V/div: ± 3% de la escala completa
Disparador de canales del osciloscopio	
Sensibilidad del disparador	CC a 5 MHz: 0.8 div.
	U1602B: 5 MHz a 20 MHz - 1 div.
	U1604B: 5 MHz a 40 MHz - 1 div.

ESPECIFICACIONES DEL MULTÍMETRO DIGITAL[1] ± (% de medición + % de rango)

Función	Rango	Frecuencia, corriente de prueba o voltaje de carga	1 año Tcal ± 5 °C
Voltaje CC	600.0 mV		0.3 + 0.08
	6.000 V		0.3 + 0.08
	60.00 V		0.3 + 0.08
	600.0 V		0.3 + 0.08
Voltaje CA	600.0 mV – 600.0 V	50 Hz – 1 kHz	1.0 + 0.2
		1 kHz – 30 kHz	3.0 + 0.2
Voltaje CC+CA	6.0000 V – 600.0 V	50 Hz – 1 kHz	1.0 + 0.2
		1 kHz – 30 kHz	3.0 + 0.2
Resistencia	600.0 Ω		0.5 + 0.2
	6.000 kΩ		0.5 + 0.2
	60.00 kΩ		0.5 + 0.2
	600.0 kΩ		0.5 + 0.2
	6.000 MΩ		0.5 + 0.2
	60.00 MΩ		1.0 + 0.2
Capacitancia	60.00 nF		2.0 + 0.2
	600.0 nF		2.0 + 0.2
	6000 nF		2.0 + 0.2
	60.00 µF		2.0 + 0.2
	300.0 µF		2.0 + 0.2
Diodo	1.000 V	0.5 mA	2.0 + 0.08

[1] Para temperaturas entre 0 °C y 18 °C y entre 28 °C y 50 °C, agregue 0.1% de medición + 0.02% de rango por cada grado Celsius.

ESPECIFICACIONES DEL MULTÍMETRO AUXILIAR ± (% de lectura + % del rango)

Función	Rango	Frecuencia	1 año Tcal ± 5 °C
Temperatura, °C	600.0 °C		0.3 + 0.08
	6000 °C		0.3 + 0.08
Temperatura, °F	600.0 °F		0.3 + 0.08
	6000 °F		0.3 + 0.08
Corriente CA	60.00 A	50 Hz – 1 kHz	1.0 + 0.2
	600.0 A	50 Hz – 1 kHz	1.0 + 0.2
Corriente CC	60.00 A		1.0 + 0.08
	600.0 A		1.0 + 0.08
Humedad	100.00 %		1.0 + 0.08
Presión, PSI	600.0 psi		1.0 + 0.08

Características

Todas las características son valores de rendimiento típico y no están garantizadas. Las características son válidas tras un período de calentamiento de 30 minutos y ± 10 °C dentro de la temperatura de calibración del firmware.

Tabla 9-2 Características

CARACTERÍSTICAS DEL OSCILOSCOPIO

Descripción	Frecuencia de muestreo	Base de tiempo	Comentarios
Frecuencia de muestreo máxima	100 MSa/s cada canal	50 s/div a 125 ns/div	Acá se muestra la frecuencia máxima de muestreo. La frecuencia máxima de muestreo varía de acuerdo a la base de tiempo seleccionada. Consulte la Tabla 9-3.
	200 MSa/s por canal e intercalado	125 ns/div	200 MS/s sólo disponibles en una base de tiempo de 125 ns/div.
Frecuencia de muestreo equivalente	2.5 GSa/s	125 ns/div a 10 ns/div	Funciones sólo para U1604B.
Longitud de grabación máxima	125,000 puntos visibles en pantalla con la función zoom. Los números de puntos que se muestran pueden variar de acuerdo a la base de tiempo seleccionada.		

Sistema vertical: Canales del osciloscopio

Canales analógicos	Adquisición simultánea en los canales 1 y 2
Ancho de banda (–3 dB)	U1602B: CC a 20 MHz U1604B: CC a 40 MHz
CA acoplada	< 10 Hz sin sonda < 1 Hz con sonda 10 MΩ 10:1
Tiempo de ascenso	U1602B: < 17.5 ns U1604B: < 8.8 ns
Ancho de banda de disparo único	U1602B: 20 MHz

	U1604B: 40 MHz
Sensibilidad vertical	5 mV/div a 100 V/div (sonda pasiva 1:1) 50 mV/div a 1 kV/div (sonda pasiva 10:1) 500mV/div a 10 kV/div (sonda pasiva 100:1)
Entrada máxima	CAT III 300 Vrms (hasta 400 Hz) de terminal a terra
Compensación/Rango dinámico	± 5 div
Impedancia de entrada	1 MΩ || < 20 pF
Acoplamiento	CA, CC, GND
Sondas	U1560-60001 : sonda pasiva 1:1 U1561-60001: sonda pasiva 10:1 U1562-60001: sonda pasiva 100:1
Factores de atenuación de sondas	1x, 10x, 100x
Salida de compensación de sonda	3 Vp-p, ~ 1 kHz
Entrada de sonda máxima	1x CAT III 300 VCA 10x, 100x CAT III 600 VCA
Pico a pico de ruido	3% de la escala completa o 5 mV, lo que sea más grande
Precisión de compensación vertical de CC	±0.1 div ±2 mV ±0.5% del valor de compensación
Precisión de cursor único	4% de la escala completa
Precisión de cursor doble	4% de la escala completa
Sistema horizontal	
Rango	U1602B: 50 ns a 50 s/div U1604B: 10 ns a 50 s/div
Resolución	U1602B: 2 ns U1604B: 400 ps
Posición de referencia	Izquierda, centro, derecha
Rango de retraso (antes del disparo)	15 div.
Rango de retraso (después del disparo)	1000 div.
Precisión analógica de Δt	± 3% de medición ± 0.4% de pantalla
Modos	Principal, XY, Giro

Movimiento de RMS		5% de la escala horizontal o 5 ns, lo que sea mayor
Sistema del disparador		
Origen		Canales 1 y 2
Modos		Automático, normal, individual
Selecciones		Borde, amplitud de pulso, patrón, video
	Borde	Disparar en un borde ascendente o descendente de cualquier origen.
	Patrón	Disparar al comienzo de un patrón de niveles altos o bajos y bordes ascendentes o descendentes establecido en cualquiera de los canales con condiciones AND, OR, NOR y NAND entre los canales.
	Amplitud de pulso	200 ns a 10 s. Disparar ante una amplitud de pulso positiva o negativa de cualquier origen mayor, menor, igual o diferente que la duración.
	Video	Sensibilidad de disparador de video: Nivel de disparador de 0.7 div. Disponible en los canales 1 y 2. Normas de video entrelazadas y progresivas analógicas, incluidas NTSC, PAL y SECAM. Polaridad de pulso de sincronía positiva o negativa. Modos: todos los campos, campos pares, campos impares, o línea 5 – 263 de un campo.
Rango		± 4 div. del centro de la pantalla
Precisión de nivel		± 0.5 div.
Sensibilidad del disparador		CC a 5 MHz: 0.8 div. U1602B: 5 MHz a 20 MHz - 1 div. U1604B: 5 MHz a 40 MHz - 1 div.
Acoplamiento		CC, CA (< 1 Hz), rechazo de HF (> 50 kHz), rechazo de LF (<30 kHz), rechazo de ruido

Sistema de medición

Escala automática	Busca y muestra todos los canales activos del osciloscopio, configura el modo de disparo de borde en el canal de número más alto y configura la sensibilidad vertical del canal. Requiere voltaje > 20 mVp-p, 0.5% de ciclo de trabajo y frecuencia > 100 Hz.
Medición automática	Mediciones actualizadas continuamente.
Voltaje	Pico a pico, máximo, mínimo, amplitud, superior, base, +overshoot, –overshoot, preshoot, RMS, media y media de un ciclo.
Tiempo	Frecuencia, período, +amplitud, –amplitud y +ciclo de trabajo y –ciclo de trabajo en cada canal. Tiempo de ascenso, tiempo de descenso, retraso y cambio de fase.
Cursores	Colocación manual de la lectura del horizontal (X, ΔX) y vertical (Y, ΔY).
Matemática de formas de onda	CH1 + CH2, CH1 – CH2, CH2 – CH1

FFT[1]

Ventana	Rectangular, Hamming, Hanning, Blackman-Harris
Imagen de amplitud	Seleccionable en la imagen de amplitud de 1 dB, 2 dB, 5 dB, 10 dB, 20 dB

Sistema de pantalla

Pantalla	CSTN LCD color de 4.5 pulgadas en diagonal
Resolución	320 x 240 píxeles
Control	Control de contraste, activación/desactivación de persistencia infinita
Sistema integrado de ayuda	Ayuda funcional al presionar el botón de ayuda
Reloj de tiempo real	Fecha y hora (ajustable por el usuario)

Almacenamiento	
Guardar/Restaurar (no volátil)	Hasta 10 configuraciones y señales

[1] La función FFT sólo está disponible en el modelo U1604B.

CARACTERÍSTICAS DEL MULTÍMETRO DIGITAL

Medición de DMM	
Medición de escala completa	6000 números
Voltaje CC, Voltaje CA True RMS	Voltaje de entrada máximo, 600 Vrms CAT II, 300 Vrms CAT III Acoplamiento de entrada acoplado con CC Resistencia de entrada, 10 MΩ
Continuidad	Sonido < 60 Ω en rango de 600 Ω

Registro de datos	
Origen	Mediciones del multímetro digital
Rango	10 div.
Tamaño del registro	250 puntos
Lapso	Rango automático de entre 150 segundos y 20 días
Referencia de tiempo	Tiempo desde el inicio
Método de registro	Seleccionable: mínimo, máximo y promedio

Tabla 9-3 frecuencia de muestreo

Tiempo/div	Frecuencia de Muestreo (en pantalla)	Tiempo/div	Frecuencia de Muestreo (en pantalla)
10 ns	2.5 GS/s	1 ms	25 kSa/s
25 ns	1.25 GS/s	2 ms	12.5 kSa/s
50 ns	500 MS/s	5 ms	5 kSa/s
125 ns	200 MS/s	10 ms	2.5 kSa/s
250 ns	100 MSa/s	20 ms	1.25 kSa/s
500 ns	50 MSa/s	50 ms	500 Sa/s
1 us	25 MSa/s	100 ms	250 Sa/s
2 us	12.5 MSa/s	200 ms	125 Sa/s
5 us	5 MSa/s	500 ms	50 Sa/s
10 us	2.5 MSa/s	1 s	25 Sa/s
20 us	1.25 MSa/s	2 s	12.5 Sa/s
50 us	500 kSa/s	5 s	5 Sa/s
100 us	250 kSa/s	10 s	2.5 Sa/s
200 us	125 kSa/s	20 s	1.25 Sa/s
500 us	50 kSa/s	50 s	0.5 Sa/s

Características generales

Tabla 9-4 Características generales

Adaptador de alimentación	Rango de voltaje de línea 50/60 Hz, 100 – 240 VCA Voltaje de salida 12 VCC
Batería	Baterías de Ni-MH recargables de 7.2 V de Keysight U1517A Tiempo de operación: 4 horas Tiempo de carga (instrumento apagado): alrededor de 4.5 horas Tiempo de carga (instrumento encendido): alrededor de 25 horas Temperatura ambiente durante la carga: 10 °C a 40 °C
Dimensiones (alto x ancho x profundidad)	24.1 cm de alto x 13.8 cm de ancho x 6.6 cm de profundidad
Peso	1.5 kg
E/S	USB 2.0 de alta velocidad cliente (estandár) y USB 2.0 de alta velocidad host (opcional)
Garantía	Por favor, consulte http://www.keysight.com/go/warranty_terms • Tres años para el producto • Tres meses para los accesorios estándar del producto, a menos que se especifique lo contrario Por favor, tenga en cuenta que para el producto, la garantía no cubre: • Los daños causados por la contaminación • El desgaste normal de los componentes mecánicos • Manuales

Entorno operativo.

Temperatura	Encendido con precisión completa: 0 °C a 50 °C Apagado: –20 °C a 70 °C
Humedad	Encendido con precisión completa: 80% HR a 40 °C
Altitud	Encendido : Hasta 2000 m Apagado: 15000 m (50000 pies)
Golpes y vibración	Probado con IEC/EN 60068-2

Tolerancia de ESD	± 4 kV
Cumplimiento de seguridad	IEC 61010-1:2001 / EN 61010-1:2001 Canadá: CSA C22.2 No. 61010-1:2004 Estados Unidos: UL 61010-1:2004 Grado de contaminación 2 Este instrumento está clasificado para uso en interiores únicamente.

Condiciones ambientales

Grado de contaminación

El producto puede utilizarse en entornos de Grado de contaminación 2.

Definiciones de los grados de contaminación

Grado de contaminación 1: No hay contaminación, o sólo contaminación seca sin conducción. La contaminación no tiene influencia. El ejemplo es una sala limpia o una oficina de clima controlado.

Grado de contaminación 2: Por lo general, sólo hay contaminación seca y sin conducción. En forma ocasional, puede generarse conductividad temporal causada por la condensación. Un ejemplo es el típico entorno bajo techo.

Grado de contaminación 3: Hay contaminación conductiva o seca sin conducción, que se convierte en conductiva debido a la condensación esperada. Un ejemplo son los lugares al aire libre con algún tipo de protección.

Categoría de medición

Los osciloscopios U1602B y U1604B se utilizan para mediciones de categoría III, 300 V con el osciloscopio y de categoría III, 300 V y II, 600 V con el multímetro.

Definiciones de las categorías de medición

CAT I es para mediciones en circuitos sin conexión directa con MAINS. Algunos ejemplos son circuitos no derivados de MAINS, y circuitos derivados de mains y protegidos especialmente (internos).

CAT II son mediciones en circuitos conectados directamente con la instalación de bajo voltaje. Algunos ejemplos son mediciones en electrodomésticos, herramientas portátiles y equipos similares.

CAT III son mediciones realizadas en la instalación del edificio. Algunos ejemplos son mediciones en placas de distribución, cortacircuitos, cableado, incluidos cables, barras conductoras, cajas de empalme, interruptores, tomas de la instalación fija, equipos de uso industrial y otros equipos, incluyendo motores fijos con conexión permanente a la instalación fija.

CAT IV son mediciones en el origen de la instalación de bajo voltaje. Algunos ejemplos son los medidores de electricidad y las mediciones con dispositivos primarios de protección de picos de tensión y unidades de control de ondas.

ADVERTENCIA

Al realizar mediciones, asegúrese de que se utilicen instrumentos y accesorios con las clasificaciones de seguridad y rendimiento adecuadas.

Voltaje de entrada máximo

- **Entrada CH1 y CH2 directo (Sonda 1:1) - 300V CAT III**
- **Entrada CH1 y CH2 vía Sonda 1:10 - 600 V CAT III**
- **Entrada CH1 y CH2 vía Sonda 1:100 - 600 V CAT III**
- **Entrada del multímetro - 300 V CAT III, 600 V CAT II**
- **Entrada del osciloscopio - 300 V CAT III**
- **Las clasificaciones de voltaje son Vrms (50/60 Hz) para onda sinusoidal de CA y VCC para aplicaciones CC.**

ADVERTENCIA

Voltaje flotante máximo

- **De cualquier terminal a tierra - 300 Vrms CAT III (hasta 400 Hz)**

Índice

A

Accesorios 2
Accesorios opcionales 2
Acoplamiento 33
Acoplamiento de canal de CC 34
Adquisición Average 55
amperios 110
Amplitude 60
Apagado automático 12
Autoscale 22, 92
Ayuda rápida 13

B

Base 60
batería 162
Battery 96
Blackman 79
borrar 84
botón de encendido 21

C

Cable de alimentación 4
cables
    alimentación 4
cables de alimentación 4
caja 2
Calentamiento 134
Calibración automática 9
Características generales 183
Códigos de errores 153
Compensación 15
conectores
    alimentación 4
Configuración de fábrica 7
Contenido del paquete 2
contraste 14
Control de inversión 36
Control giratorio 23
Controles verticales 28
corriente 110
Cross hair 59
cuenta 1
Cursor 22
Cursor X 69
Cycle mean 60

D

de 58, 134
del 2
Delay 61
Disparo Auto 46
Disparo Individual 46
Disparo Normal 46

E

Edge Trigger 47
El 41
el 39, 140, 160, 169
enviar 128
equipos de pruebas 135
Escala horizontal 23
estado de adquisición 25
Estado del disparador 25

F

Fall time 60
Forma de onda 24
Frames 59
Frequency 60
funci 114
funciones 99, 100, 108

G

Garantía estándar 126
Garantía para accesorios 127
garantizan 174
Gráfico de barras análogo 26
graticule 59
Grid 59
Guía de inicio rápido 2

H

hace 41
Hamming 79
Hanning 79

I

Imagen 25
informaci 40
Introducción 1

L

la 10, 104, 105, 161, 166, 167
las 177
limpiar 129
Línea de estado 24
Línea de mediciones 25
Logger 21

M

Maximum 60
Mean 60
Measure 22
medici 107, 108, 111
Medición automática 60
Medición de cursor 68
Medio ambiente 185

medir 102, 112
Memoria flash USB 88
Meter 21
Minimum 60
Modo 42
Modo de adquisición Normal 55
Modo Roll 44
Modos de Disparos 45

O

ohmi 102
opciones
    cable de alimentación 4
osciloscopio 24

P

Panel frontal 19
pantalla LCD 171
para 129
Pattern Trigger 50
Peak 60
peak detection 56
Period 60
persistencia 59
Phase 61
piezas de repuesto 172
pinzas de conexión 2
pinzas de gancho 2
placas del sistema 170
Preshoot 61
Probe Calibration 96
prueba de rendimiento 137
prueba de verificación 137
Prueba de verificación de capacitancia 149
Prueba de verificación de continuidad 151
Prueba de verificación de diodos 150
Prueba de verificación de resistencia 148
Prueba de verificación de voltaje de CA 147
Prueba de verificación de voltaje de CC 145
Pulse Trigger 49
Punto de disparo 40

R

Range 22
Rango 26
Rango automático 117
recall 82
Rectangle 79
Recuperación de la configuración de fábrica 86
Referencia del producto 2
referencia vertical 30
registro de datos 120
Registro de la prueba 134
reinicio de la prueba 117
Rise time 60
RMS 60
Run 22

S

Save 22
save 80
Scope 21
Selección de canal 28
Sensibilidad vertical 32
sensibilidad vertical 29

T

Teclas programables 21
Tipo 4
Top 60
Trigger 22

U

U1602-90705 ii
User 21
Utility 22

V

Video Trigger 53
visualización de puntos 57

www.keysight.com

Contacto
Para obtener asistencia de servicios, garantía o soporte , contáctese con nosotros a los siguientes números de teléfono o fax:

Estados Unidos:
(tel) 800 829 4444 (fax) 800 829 4433
Canadá:
(tel) 877 894 4414 (fax) 800 746 4866
China:
(tel) 800 810 0189 (fax) 800 820 2816
Europa:
(tel) 31 20 547 2111
Japón:
(tel) (81) 426 56 7832 (fax) (81) 426 56 7840
Corea:
(tel) (080) 769 0800 (fax) (080) 769 0900
América Latina:
(tel) (305) 269 7500
Taiwán:
(tel) 0800 047 866 (fax) 0800 286 331
Otros países de Asia Pacífico:
(tel) (65) 6375 8100 (fax) (65) 6755 0042

O visite el sitio web mundial de Keysight en:
www.keysight.com/find/assist

Las especificaciones y descripciones de los productos de este documento están sujetas a modificaciones sin previo aviso. Siempre que precise la última versión, consulte el sitio web de Keysight.

This information is subject to change without notice.
© Keysight Technologies 2006 – 2014
Edición 6, Noviembre de 2014

U1602-90026
www.keysight.com

KEYSIGHT
TECHNOLOGIES